



EESTI MAAÜLIKOOL
Tehnikainstituut

Triin Terasmaa

**KOOSTETÖÖDE ERGONOOMIKALISE HINDAMISE
MEETODITE VÕRDLUS**

COMPARISON OF METHODS FOR ERGONOMIC
ASSESSMENT OF ASSEMBLY OPERATIONS

Magistritöö
Ergonoomika õppekava

Juhendaja: Märt Reinvee, *PhD*

Tartu 2021



Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Triin Terasmaa		Õppekava: Ergonoomika	
Pealkiri: Koostetööde ergonoomikalise hindamise meetodite võrdlus			
Lehekülgi: 51	Jooniseid: 18	Tabeleid: 14	Lisasid: 6
Osakond / Õppetool: Biomajandustehnoloogiate õppetool, Tehnika Instituut ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-I kood: 4.14. Tootmistehnika ja tootmisjuhtimine, T500 Tööohutustehnoloogia Juhendaja(d): Märt Reinvee, PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2021			
<p>Uurimistöö eesmärk oli koostada ajasäästlik ja koostetööde hindamiseks sobiv ülekoormuse riski hindamise protseduur, mille abil järjestada koostetööde ergonoomikaliste sekkumiste vajadus. Valdaval enamusel (94%) uuritava ettevõtte koosteoperaatoritel esines luu- ja lihaskonna vaevusi. Keha piirkonniti tõusis esile parem ülajäse, kuhu koondus ligikaudu viiendik kaebuste põhjal arvatatud valuskooride summast. Kuna vaevuste kaardistamine viitas täiendavat uurimist vajavale füüsilisele ülekoormusele ülajäsemes, siis valiti edasisteks hindamiseks meetodid, mis keskendusid ainult ülajäsemetele: HAL, Revised Strain Index, ART ja OCRA Checklist. Koostetööde hindamiseks filmiti kokku 10 töötajate poolt füüsiliselt raskeks või kergeks hinnatud koostetööd ning neid hinnati videosalvestiste põhjal eeltoodud meetoditega. Tulemuste analüüsist selgus, et kõige paremini ühtisid töötajate subjektiivsete hinnangutega meetodite HAL ja OCRA Checklist hindamistulemused. Meetodite omavahelises võrdluses vaadeldi koostetööde järjestust riskihinnete alusel. Ilmnes, et kõige tugevama seose ($\rho = 0,90...0,93$) ülejäänud meetoditega andis meetod HAL. Uurimistöö tulemustele tuginedes koostati uuritava ettevõtte jaoks füüsilise ülekoormuse riski hindamise protseduur, mis hõlmas esmalt töötajate subjektiivset hinnangut koostetöö raskusastmele, töötajate poolt füüsiliselt raskeks märgitud koostetööde esmast hindamist meetodiga HAL ning edasist hindamist vajavate toodete hindamine OCRA Checklistiga.</p>			
Märksõnad: füüsiline ülekoormus, koosteoperatsioonid, ülajäsemete hindamismeetodid			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Triin Terasmaa		Curriculum: Ergonomics	
Title: Comparison of methods for ergonomic assessment of assembly operations			
Pages: 51	Figures: 18	Tables: 14	Appendixes: 6
Department / Chair: Chair of Biosystems Engineering Field of research and (CERC S) code: 4.14 Industrial Engineering and Management (T500 Safety technology) Supervisors: Märt Reinvee, PhD Place and date: Tartu, 2021			
<p>The aim of this study was to develop a time-saving and suitable risk assessment procedure for assembly works by means of which the need for ergonomic intervention of assembly works could be ranked. The majority (94%) of the assembly operators of the studied company had musculoskeletal disorders. By body region, the upper limb accounted for about one-fifth of the sum of pain scores calculated from complaints. As the mapping of the disorders indicated physical overload in the upper limb, methods focusing only on the upper limbs were selected for further evaluations: HAL, Revised Strain Index, ART and OCRA Checklist. In order to evaluate the assembly works, a total of 10 assembly works assessed by the employees as physically difficult or light were video recorded and they were assessed on the basis of recordings using the above mentioned methods. The analysis of the results showed that the evaluation results of the HAL and OCRA Checklist methods matched the best with subjective evaluations of the employees. For the comparison of the methods the order of assembly works on the basis of risk evaluation scores were observed. It turned out that the strongest correlation ($\rho = 0,90...0,93$) with the other methods was given by the HAL method. Based on the results of the study, a procedure for assessing the risk of physical overload was developed for the company involved, which first included employees subjective assessment of the severity of the assembly work, an initial assessment of the assembly by the HAL method for the assembly works rated as physically difficult and further evaluation with OCRA Checklist if needed.</p>			
Keywords: physical overload, assembly operations, ergonomic assessment of upper limbs			

SISUKORD

LÜHENDID	5
SISSEJUHATUS	6
1 FÜÜSILINE ÜLEKOORMUS JA SELLE ENNETAMINE	8
1.1 Füüsilise ülekoormuse levimus ja mõju	8
1.2 Füüsiline ülekoormus	9
1.3 Luu ja lihaskonna vaevused koostetöötajatel	10
1.4 Luu- ja lihaskonna vaevuste kaardistamine	11
1.5 Ülajäsemete ergonoomikalise hindamise meetodid	13
2 MATERJAL JA METOODIKA	18
2.1 Uuritav objekt ja uuritavad	18
2.2 Uurimistöö käik	19
3 TULEMUSED	28
3.1 Uuritavate üldandmed	28
3.2 Luu- ja lihaskonna vaevuste kaardistus ja analüüs	30
3.3 Koostetööde ergonoomikaline hindamine	34
3.4 Hindamistulemuste võrdlus	36
ARUTELU	39
KOKKUVÕTE	46
KASUTATUD KIRJANDUS	48
LISAD	52

LÜHENDID

ABCD analüüs – on kategoriseerimise viis, kuidas tooteid või varusid prioriteetsuse alusel segmenteerida ja paremini juhtida. A-rühma toodetega puutuvad töötajad kokku kõige sagedamini.

ART (*Assessment of repetitive tasks*) – Suurbritannia Töötervishoiu ja Tööohutuse agentuuri (*Health and Safety Executive*) poolt välja töötatud meetod ülajäsemete hindamiseks.

Borg CR 10 – tajutava pingutuse hindamise skaala.

CMDQ (*Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire*) – luu- ja lihaskonna vaevuste küsimustik.

CHDQ (*Cornell Hand Discomfort Questionnaire*) – käte vaevuste küsimustik.

ETTA – Euroopa Töötervishoiu ja Tööohutuse agentuur

HAL - (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Value for Hand Activity Level*) – ülajäsemete korduvate liigutuste hindamiseks mõeldud meetod.

HSE (*Health and Safety Executive*) – Suurbritannia Töötervishoiu ja Tööohutuse agentuur.

OCRA (*Occupational Repetitive Action*) **Checklist** – OCRA Indeksi baasil loodud lihtsustatud hindamisvahend ülajäsemete füüsilise ülekoormuse riski hindamiseks.

RSI (*Revised Strain Index*) – Strain Index meetodi parandatud versioon ülajäsemete ergonoomikaliseks hindamiseks.

SISSEJUHATUS

Luu- ja lihaskonna vaevuste levimus nii Eestis kui ka mujal maailmas on endiselt kõrge, kuigi inimeste teadlikus nende ennetamisest tasapisi tõuseb ja sobivate tehnoloogiliste lahenduste leidmine on tänapäeval oluliselt kättesaadavam, kui see oli paarkümmend aastat tagasi. Tootmisettevõtetes ja ka mujal valdkondades leidub endiselt suurel hulgal tööoperatsioone, mis oma iseloomu poolest kahjustavad töötajate luu- ja lihaskonda ning muutused nende tööde ergonoomilisemaks kujundamiseks võtavad aastaid kui mitte aastakümneid. Üheks põhjuseks on ilmselt asjaolu, et riiklikul tasandil ei ole Eestis luu- ja lihaskonna vaevuste hindamisse piisavalt palju panustatud ning puuduvad ka riiklikul tasandil välja pakutud laiemat hulka ohutegureid hõlmavad ja lihtsasti kasutatavad hindamismeetodid, mida ettevõtted saaksid või peaksid luu- ja lihaskonna riskide hindamiseks kasutama. Hetkel on õigusaktina olemas ainult raskuste käsitsi teisaldamise hindamise meetod ja seegi on 20 aastat vana. Raskuste teisaldamine pole siiski ainus füsioloogiline ohutegur, millega töötajad silmitsi seisavad ja millele tööandja peaks tähelepanu pöörama. Seega paljud ettevõtted väldivad füsioloogiliste ohutegurite hindamist või teevad seda ebapiisavalt, sest kuigi hindamismeetodeid on võõrkeelsena leida suurel hulgal, ei ole need paljude ettevõtete juhtide või tööohutusega tegelevate spetsialistide jaoks kas jõukohased või leitavad.

Uurimistöösse kaasatud tootmisettevõttes puudub ülevaade, kas ja mil määral on teostatavad koostetööd mõjutanud või mõjutavad koosteoperaatorite tervist ning milline peaks olema ergonoomikaliste sekkumiste kava töö ergonoomilisuse vaatest. Viimase aasta jooksul on töölt lahkunud vähemalt 10 koosteoperaatorit, kelle puhul on teada, et üheks lahkumise põhjustest oli luu- ja lihaskonna vaevus. Vaevustega tegelemine nende algstaadiumis aitaks ennetada ülekoormushaiguste väljakujunemist ja töötajate lahkumist.

Ergonoomikaliste meetodite paljususe muudab ettevõtete töökeskkonnaspetsialistide jaoks keerukaks valikute langetamise – kuidas leida sobiv meetod riskide hindamiseks ja sekkumiste planeerimiseks. Sageli eeldavad meetodid ka spetsiifilisi teadmisi, mis nõuavad ettevõtte väliste spetsialistide kaasamist ja eeldab ressursside optimaalset planeerimist. Kuna

koostatavate toodete hulk uuritavas ettevõttes on suur ja täpsemate ning sellest tulenevalt ka ajamahukamate meetodite kasutamine on aeganõudev, ei ole ettevõttes seni tootepõhist põhjalikku ergonoomikalist hindamist tehtud. Teostatavad tööoperatsioonid toodete koostamiseks on väga erinevad, kooste tsükliajad varieeruvad olulisel määral ning kasutusel on hulgaliselt tööriistu, koosterakiseid ja koosteseadmeid, mille tõttu on keeruline tööoperatsioone grupeerida. Seetõttu on tarvis kokku panna probleemsete toodete väljasõelumisteks ajasäästlik kuid tõhus hindamise protseduur, mis aitaks anda esmase hinnangu koostetööde füsioloogilistele ohuteguritele tootepõhiselt ja ajasäästlikult ning järjestada toodete koosteoperatsioonid ergonoomikaliste sekkumiste vajaduse alusel.

Kokkuvõtvalt on uurimistöö eesmärk koostada ajasäästlik ja koostetööde hindamiseks sobiv ülekoormuse riski hindamise protseduur, mille abil järjestada koostetööde ergonoomikaliste sekkumiste vajadus.

Eesmärgist tulenevalt on püstitatud järgmised ülesanded:

1. Kaardistada luu- ja lihaskonna vaevuste levimus ja paiknemine ning teostada analüüs.
2. Valida sobivad hindamismeetodid koosteoperatsioonide hindamiseks.
3. Koostetööde ergonoomikaline hindamine valitud hindamismeetoditega.
4. Koostetööde ergonoomikaliste hindamiste tulemuste analüüs ja võrdlus.
5. Optimaalse füüsilise ülekoormuse riski hindamise protseduuri koostamine.

Uurimistöö tulemusi on tutvustatud XV Magistrantide teaduskonverentsil INIMENE JA TEHNOLOOGIAD 15. aprill 2021. a. Magistritöös kasutatakse viitamissüsteemi APA.

Tänuavaldus

Suur tänu juhendaja Märt Reinveele igakülgse toetuse, põhjaliku juhendamise ja väärtuslike nõuannete eest.

Täna uurimistöösse kaasatud ettevõtte juhtkonda toetuse eest magistritöö koostamisel ning uurimistöös osalenud koosteoperaatoreid suurepärase koostöö eest.

1 FÜÜSILINE ÜLEKOORMUS JA SELLE ENNETAMINE

1.1 Füüsilise ülekoormuse levimus ja mõju

Euroopa Tööohutuse ja Töötervishoiu Ameti (ETTA) 2019 aasta luu- ja lihaskonna vaevustega seotud faktide ja arvude ülevaates on välja toodud, et luu- ja lihaskonnaga seotud vaevused on Euroopa Liidus enim levinud tööga seotud terviseprobleem. Aastal 2015 kaebas ligikaudu kolm viiendikku Euroopa Liidu töötajatest luu- ja lihaskonna vaevuste üle, kõige levinumateks probleemideks olid seljavalu ja ülajäsemete lihasvalu. Samal aastal teatas Eestis 70% töötajatest, et neil esines vähemalt üks luu- ja lihaskonna vaevus, antud näitaja oli 12% kõrgem Euroopa Liidu keskmisest (de Kok et al., 2019).

Euroopa Liidu tasandil on luu- ja lihaskonna vaevustega kaasnevate kulude tegelikku mõju raske hinnata ja võrrelda, kuid osaliselt võib seda kirjeldada läbi tervisekao tõttu kaotatud eluaastate, töölt eemal viibitud aja ning ettevõtete toodangu ja tootlikkuse vähenemisega. Tööga seotud vigastuste ja haiguste tõttu kaotatud aastate osakaal on eluaastate koguarvust 15% (luu- ja lihaskonna vaevuste osas) (de Kok et al., 2019). Luu- ja lihaskonna vaevuste tõttu töölt puudumine moodustab suure osa kaotatud tööpäevadest Euroopa Liidus. Nende vaevustega töötajad puuduvad suurema tõenäosusega töölt ning ühtlasi on töölt puudumise aeg keskmisest pikem. Üksikutes Euroopa liidu liikmesriikides on läbi viidud uuringuid luu- ja lihaskonna vaevuste majandusliku mõju (tootlikkuse vähenemine ja suuremad sotsiaalkulud) kohta, näiteks Saksamaal hinnati aastal 2016 luu- ja lihaskonna ning sidekoe haigustest tulenevat mõju tootmiskaoga 17,2 miljardit eurot ning kogulisandväärtuse vähenemine 30,4 miljardit eurot (vähenenud tööviljakus), see on vastavalt 0,5% ja 1,0% Saksamaa SKP-st (de Kok et al., 2019). Bevan, (2015) on välja toonud, et Euroopa Liidus võivad nende vaevustega seotud kulud tööealise elanikkonna seas olla ligi 2% SKP-st.

Tööinspektsiooni andmetel registreeriti aastal 2020 Eestis 22 kutsehaigestumise juhtu (suhtarv 100,000 elaniku kohta 3,4) ja 87 tööst põhjustatud haigestumist (suhtarv 100,000 elaniku kohta 13,3). Kutsehaigestumiste peamiste ohuteguritena oli statistikas välja toodud korduvad liigutused (35%), raskuste käsitsi teisaldamine ja erinevad liigutused (mõlemad

15%), muud tüüpi pingutused (13%) ja tööasendid (10%). Tööst põhjustatud haigestumiste peamiste ohuteguritena toodi välja raskute käsitsi teisaldamine (27%), korduvad stereotüüpsed liigutused (24%), üleväsimust põhjustavad sundasendid ja -liigutused (17%) (Tööinspekstioon, 2021). Terviseameti 2019 aasta kutsehaigestumise ja tööst põhjustatud haigestumise aruandes on toodud välja, et ligi kolmveerand kutsehaigestunudest ja ka tööst põhjustatud haigestunudest on naised (Terviseamet, 2020), ka Euroopa Tööohutuse ja Töötervishoiu Ameti andmetel on luu- ja lihaskonna vaevuste esinemissagedus naistöötajatel suurem kui meestel (de Kok et al., 2019). Ametialade lõikes diagnoositi kutsehaigusi enim oskus- ja käsitöölistel, kellel järgnesid seadme- ja masinaoperaatorid. Nii kutsehaigustest kui ka tööst põhjustatud haigustest diagnoositi töötajatel enim just luu- ja lihaskonna ning sidekoehaigusi, mis moodustasid üle poole kõigist diagnoositud juhtumitest (Terviseamet, 2020).

1.2 Füüsiline ülekoormus

Luu- ja lihaskonna vaevused tekivad tavaliselt mitme ohuteguri koosmõjul – näiteks füüsiliste ja biomehaaniliste, organisatsiooniliste ja psühhosotsiaalsete ning individuaalsete tegurite tõttu (Euroopa Tööohutuse ja Töötervishoiu Amet, n.d.). Ülekoormushaigus on aja jooksul kujunev tervisekahjustus, mis tekib kestva füüsilise koormuse tagajärjel (Avi, 2019), seda kutsuvad esile või süvendavad korduvad liigutused, vibratsioon, püsivad või piiratud kehaasendid ja jõu kasutamine (Kroemer, 1989). Ülekoormushaigused kujutavad endast sümptomite kogumit, mida iseloomustab ebamugavustunne, jõuetus või püsiv valu liigestes, lihastes, kõõlustes ja muudes pehmetes kudedes (Kroemer, 1989). Üldjuhul on haiguse algust keeruline määrata ning sümptomid selles etapis vaevu märgatavad. Kumulatiivse käsitlusviisi järgi tekib kudedes ja liigestes iga korduva liigutusega mõni mikrotrauma või toimub kulumine (Avi, 2018). Tavapärased sümptomid on valu, hellus, nõrkus, higistamine ja tuimus, sümptomid võivad ilmneda äkitselt või järk-järgult. Ülekoormushaigused võib liigitada kolme staadiumi (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2019; Kroemer, 1989):

- 1. staadium – tunda on valu ja väsimust töö ajal aga tavapäraselt see peale ööd või puhkepäevadel kaob. Tavapäraselt selles staadiumis ei ole töövõime vähenenud. See seisund võib kesta nädalaid või kuid ning on ümberpööratav.

- 2. staadium – tunda on sümptomeid, mis algavad tööpäeva alguses ja mis ei kao ka üleeöö. Uni võib olla segatud ja korduvate tööliigutuste võimekus on langenud.
- 3. staadium – sümptomid, mis püsivad ka puhkeajal. Valu, mis ilmneb ka mitte korduvate liigutuste korral ja segab und. Töötaja on võimetu tegema ka kergeid tööoperatsioone ja tal on kõigi ülesannetega raskusi. Selline seisund võib kesta kuid või aastaid.

Ülekoormushaiguste sagedasem esinemine ettevõtetes võib olla tingitud sellest, et inimese luu- ja lihaskonna vastupidavus koormusele väheneb vanusega ning töö kohandamine töötajale sobivaks ei toimu õigeaegselt (Avi, 2018). Vanuse suurenemisega suureneb oluliselt ka luu- ja lihaskonna vaevuste esinemise tõenäosus (Crawford & Davis, 2020; de Kok et al., 2019) ja seda igat liiki luu- ja lihaskonna vaevuse korral (de Kok et al., 2019).

1.3 Luu ja lihaskonna vaevused koostetöötajatel

Tänapäeval tootmisettevõtetes järjest laiemalt leviv Lean tootmine omab küll märkimisväärselt positiivset mõju efektiivsuse tõusu ja kulude vähenemise vaatest, kuid paraku ei pruugi see tähendada positiivset mõju töötajate tervisele. Mõningad uuringud (Westgaard & Winkel, 2011) on keskendunud Leani ja teiste analoogsete süsteemide mõju hindamisele ning on leidnud, et ligi pooltel juhtudel olid tootmise ratsionaliseerimise mõjud töötajate tervisele negatiivsed, hõlmates endas peamiselt töö mahu ja intensiivsuse suurendamist. Womack et al., (2009) tõid kahe tehase võrdlevas uurimuses välja, et Lean tootmist rakendavas tehases tõusis küll produktiivsus ja vähenesid ooteajad, kuid töötajate kokkupuude korduvate liigutustega suurenes. Siiski vastukaaluks vähenes nende tööoperatsioonide osakaal, kus olid kombineeritud jõukasutus ja korduvad liigutused, mis Kroemeri (1989) kohaselt on kombineerituna eriti suureks riskiks luu- ja lihaskonna vaevuste tekkimisel. Seega on mõistlik tootmise ratsionaliseerimisel hinnata ka selle mõju ergonoomika seisukohast.

ETTA 2008 aasta andmetel esines 66% tootmise ja masina operaatoritest ning koostetöötajatest vähemalt üks luu- ja lihaskonnaga seonduv vaevus, kõige rohkem esines seljavaevusi (55%) ning ligi pooltel vaevused kaelas või ülajäsemetes (de Kok et al., 2019).

Jansen ja kaastöötajad (2012 ja 2013) uurisid naissoost koostetöötajate luu- ja lihaskonna vaevuste levimust. Ilmnes, et peamised kaebused on koostetöötajatel kaela (44%), alaselja (19,7%) ja randme (15%) piirkonnas (Jansen et al., 2012), aasta hiljem korraldatud kätele keskendunud uuringus tundis ebamugavust paremas randmes 79% uuritavatest (Jansen et al., 2013).

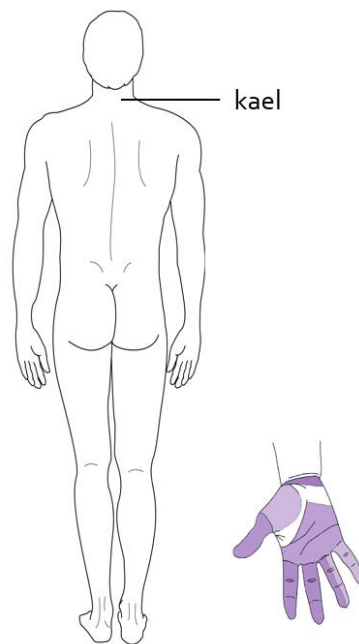
Koostetöödel puutuvad töötajad samaaegselt kokku mitmete ohuteguritega, mis võivad põhjustada füüsilist ülekoormust – koosteliini kiirus või töötasapindade kõrgus, käsitletavate toodete arv, kaal ja kuju, tööriistade kaal ja ergonoomilisus, töötsükli pikkus ja pauside arv. Lisaks tuleb veel arvesse võtta tegureid nagu töötajate arv, millised kehaosad on koormatud, liigutuste eripärad, tööasendid, stress, ajaline surve, töötundide arv, keskkonna faktorid (valgustus, temperatuur, müra, vibratsioon) ja psühhosotsiaalne töökeskkond. Ideaalis võiks hindamismeetod katta kõik need tegurid aga enamasti tuleb keskenduda kõige olulisematele faktoritele, et määratleda sekkumisvajadus (Grooten & Johanssons, 2018).

1.4 Luu- ja lihaskonna vaevuste kaardistamine

Ülekoormushaiguste ennetamine algab reeglina probleemi ulatuse ja tõsiduse kaardistamisega, mille jaoks kasutatakse peamiselt enesearuandlusmeetodeid ja ankeete (Grant, 2012). Eestis on varasemalt kasutatud Cornelli luu- ja lihaskonna vaevuste küsimustikke koostetöötajate luu- ja lihaskonna vaevuste kaardistamiseks (Jansen et al., 2013; Jansen et al., 2012). Kasutatud küsimustikud on loodud Cornelli Ülikooli pool uurimistöö (Hedge et al., 1999) raames ja on kättesaadavad Cornelli Ülikooli ergonoomika veebilehel (Cornell University Ergonomics Web, n.d.). Kättesaadavad on kahte tüüpi küsimustikud:

- *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire* – võimaldab uuritaval hinnata kogu keha luu- ja lihaskonna vaevusi. Hinnatakse 20 kehapiirkonda (sh vasak ja parem pool eraldi) (joonis 1).
- *Cornell Hand Discomfort Questionnaire* – võimaldab hinnata kuute piirkonda kätes. Hinnatavad käe piirkonnad on visualiseeritud joonisel 1 (Cornell University Ergonomics Web, n.d.).

Mõlema ankeedi ülesehitus on sarnane. Uuritaval tuli iga kehapiirkonna osas hinnata kui tihti koges eelmisel töönädalal ebamugavust, vaevusi või valu joonisel märgitud kehapiirkondades, kui suur oli kogetud ebamugavus ja millisel määral segas kogetud ebamugavus või valu töötamist. Uuritava poolt antud vastustele saab anda numbrilise skoori, hinnatavad tegurid koos vastuste ja skooridega on toodud välja tabelis 1 (Cornell University Ergonomics Web, n.d.).



Joonis 1. Cornelli luu- ja lihaskonna vaevuste kaardistamise skeemid: vasakul luu- ja lihaskonna vaevuste ankeedi skeem (enamik piirkondi eemaldatud); paremal käte vaevuste ankeedi skeem (Cornell University Ergonomics Web, n.d.).

Tabel 1. Cornelli luu- ja lihaskonna vaevuste küsimustike vastuste skoorid (Cornell University Ergonomics Web, n.d.).

Hinnatav tegur	Hinnang	Skoor
Valu esinemise sagedus	Üldse mitte	0
	1...2 korda nädalas	1,5
	3...4 korda nädalas	3,5
	Korra päevas	5
	Mitu korda päevas	10
Valu suurus	Vähene	1
	Mõõdukas	2
	Suur	3
Töö häirivus	Üldse mitte	1
	Vähesel määral	2
	Olulisel määral	3

Eeltoodud kolme antud skoori alusel saab iga valuga kehapiirkonna kohta arvutada välja valuskoori, milleks tuleb korrutada valu esinemise sageduse, valu suuruse ja töö häirivuse skoorid (Cornell University Ergonomics Web, n.d.).

1.5 Ülajäsemete ergonoomikalise hindamise meetodid

Olukorra kaardistamise järgselt on võimalik hinnata sekkumisvajadust ja valida ergonoomikalise hindamise meetod, millega selgitada välja tähelepanu vajavad aspektid. Ergonoomikalise hindamise meetodite korral võiks olla eelistatud objektiivsed hindamismeetodid, kuna vaatlusel põhinevate meetodite puhul on eksimisvõimalus suurem ja tulemus sõltub oluliselt hindaja pädevusest (Diego-Mas et al., 2017), kuid paraku on subjektiivsed hindamismeetodid oluliselt laiemalt levinud, kuna need on tööohutuse ja ergonoomikaga tegelevate spetsialistide jaoks kättesaadavamad (Dempsey et al., 2019). Lisaks peavad ergonoomid subjektiivsete hindamismeetodite üheks kõige olulisemaks faktoriks selle tulemuste arusaadavat esitlemise võimalust kliendile/tööandjale (Eliasson et al., 2015). Subjektiivsete hindamismeetodite tarbeks on sundasendite ja korduvliigutuste info otstarbekas salvestada videosse (Grant, 2012), jõupingutuse suurust tuleks mõõta, kuid ajasäästlikum on kasutada töötaja subjektiivset hinnangut, nt Borg CR10 (Borg, 1990) skaalal.

Standardis ISO 11228-3 kirjeldatud ülajäsemete ülekoormuse hindamise meetod lähtub Occhipinti (1998) OCRA indeksi meetodist. Peale OCRA on olemas ka mitmeid teisi ülajäsemete ülekoormusriski hindamise meetodeid. Mõned neist on loodud konkreetselt (auto)tööstust silmas pidades [nt. EAWS (Schaub et al., 2013), Rodgers MFA (Rodgers, 2004) teised [nt ART (Ferreira et al., 2008), Strain index (Arun Garg et al., 2017)]] on loodud konkreetset valdkonda silmas pidamata.

Mitmed teadusartiklid (David, 2005; Dempsey et al., 2019; Grooten & Johanssons, 2018; Joshi & Deshpande, 2019; Nasrull Abdol Rahman & Syafiqa Abd Razak, 2016) annavad põhjaliku ülevaate erinevatest vaatlusel põhinevatest ergonoomikalistest hindamismeetoditest nii meetodite sisu, nende kasutusvaldkondade kui ka populaarsuse vaatest. See lihtsustab osaliselt töökeskkonnaspetsialistide ja ergonoomide tööd, et leida huvi

pakkuva tööloigu uurimiseks kõige sobivam hindamismeetod. Käesoleva uurimistöö raames otsustati ergonoomikalisi hindamisi teostada nelja meetodiga: ACGIH HAL, Revised Strain Index, ART Tool ja OCRA Checklist.

ACGIH HAL (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Value for Hand Activity Level*) hindamismeetod on mõeldud füüsilise ülekoormuseriski hindamises käe, randme ja küünarvarre piirkonnas ja toimub ühingu *The American Conference of Government Industrial Hygienists* piirväärtuste alusel (ACGIH® TLV®). Sobib monotoonsete tööde hindamiseks, kus sarnaseid liigutusi tööpäevas on üle 4 h (Latko et al., 1997).

Käe aktiivsuse määra leidmise võimalusi on kolm: vaatluse põhjal (lähtudes visuaalsest analoogskaalast), ajavaatluse põhjal tabelist (mõlemad on eesti keelsena kättesaadavad MTÜ ErgoEst kodulehel) või ajavaatluse põhjal valemist (Radwin et al., 2015):

$$I_{HAL} = 6,56 \cdot \ln D \cdot \frac{F^{1,31}}{1+3,18 \cdot F^{1,31}}, \quad (1)$$

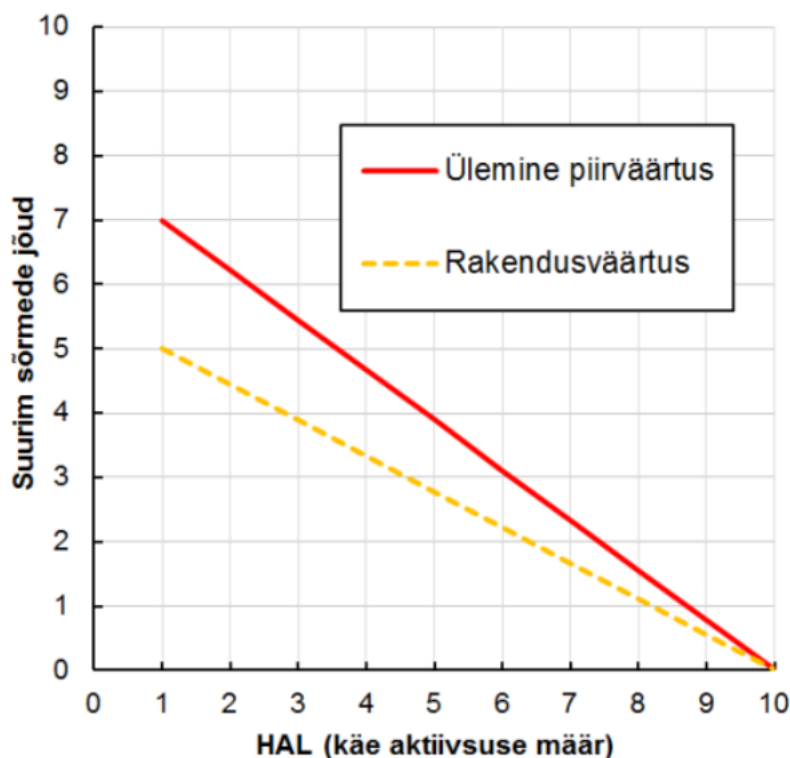
kus D - koormustüskkel, %
F - liigutuste sagedus, tk/s

Jõukasutuse määra leidmise võimalusi on samuti kolm: jõukasutust hindab kogenud vaatleja, seda mõõdetakse või jõukasutust hindab töötaja juhindudes joonisest (visuaalsest analoogskaalast, kättesaadav MTÜ ErgoEst kodulehel).

Riski hindamine toimub joonise 2 alusel, mis põhineb epidemioloogilistel, psühhofüüsikalistel ja biomehaanikalistel uuringutel. See kirjeldab töötingimusi, mille korral peaaegu kõik töötajad saavad täita tööülesandeid ilma negatiivse tervisemõjuta.

Revised Strain Index on ülajäsemete füüsilise koormuse riski hindamise mudel, mis põhineb järgmiste tegurite hindamisel: pingutuse intensiivsus, pingutuse sagedus, pingutuse kestus, käe/randme asend ja tööoperatsiooni kestvus. Selle aluseks on laialdaselt kasutuses olev Strain Index, milles on tehtud mõned parandused (Arun Garg et al., 2017). Hindamiste lihtsustamiseks on *The Ergonomics Center of North Carolina* poolt loodud tööleht, kus andmete sisestamisel kalkuleeritakse riskiskoor (SI), mille tulemusel on võimalik hinnata,

kas antud meetodi alusel on tõenäoliselt tegu ohutu ($SI \leq 10$) või ohtliku ($SI > 10$) tööoperatsiooniga.



Joonis 2. ACGIH® piirväärtused (MTÜ ErgoEst., 2019)

ART (*Assessment of Repetitive Tasks tool*) on Suurbritannia Töötervishoiu ja tööohutuse agentuuri poolt loodud hindamisvahend inspektoritele, millega hinnata ülajäsemete korduvate liigutustega seotud tööülesandeid (Ferreira et al., 2008). Sobib kõige paremini tööoperatsioonide hindamiseks, kus on oluline roll ülajäsemete liikumisel, liigutusi korratakse iga paari minuti järel või sagedamini ja kestus vähemalt 1-2 tundi päevas. Antud hindamismeetodis kasutusel olevad tähised ja nende selgitused on välja toodud tabelis 2, jõukasutuse hindamine toimub vastavalt tabelile 3. Iga teguri juures kasutati hindamisel nii valgusfoorisüsteemi (joonis 3) kui anti tegurile ka numbriline väärtus üldskoori välja arvutamiseks (Health and Safety Executive, 2010). Hindamismudeli vooskeem on ära toodud lisas 1.

Tulemuse saamiseks liidetakse kõik esimese kuni kolmanda etapi (A-C) skoorid ja neljanda etapi kolm esimest (D1, D2, D3) skoori kokku ning saadud tulemus korrutatakse kestuse skooriga. Tulemuseks on üldine kokkupuuteskoor, mille põhjal antakse hinnang koostetööde riskitasemele (Tabel 4) (Health and Safety Executive, 2010).

Tabel 2. ART meetodi tegurite tähised ja nende selgitus (Health and Safety Executive, 2010).

Tähis	Hinnatava tegur
A1	Ülajäseme liikumise sagedus
A2	Ülajäseme korduvad liigutused
B	Jõukasutus
C1	Pea ja kaela asend
C2	Selja asend
C3	Õla-/ küünarvarre asend
C4	Randme asend
C5	Käe/sõrmede haare
D1	Puhkepausid
D2	Töötempo
D3	Muud tegurid

Tabel 3. ART Tool hindamisvahendi jõukasutuse hindamismatriks (Health and Safety Executive, 2010)

	Light	Moderate	Strong	Very strong
Infrequent	G0	A1	R6	Changes required*
Part of the time (15–30%)	G0	A2	R9	Changes required*
About half the time (40–60%)	G0	A4	R12	Changes required*
Almost all the time (80% or more)	G0	R8	Changes required*	Changes required*

G = GREEN Low level of risk
A = AMBER Medium level of risk – Examine task closely
R = RED High level of risk – Prompt action needed

Joonis 3. ART Tool riskitaseme hinnangud vastavalt värvikoodile (Health and Safety Executive, 2010)

Tabel 4. ART hindamisvahendi riskitaseme hinnangud (Health and Safety Executive, 2010).

Kokkupuute skoor	Kokkupuutetase	
0...11	Madal	Kaaluda individuaalseid tegureid
12...21	Keskmine	Vajab täiendavat uurimist
≥22	Kõrge	Vajab kiiresti täiendavat uurimist

OCRA Checklist (Occupational Repetitive Actions method). OCRA indeksit peetakse üheks täpsemaks meetodiks, kuid meetodi rakendamine on aeganõudev. Seetõttu on OCRA indeksist tehtud ka lihtsustatud versioone (OCRA Checklist ja OCRA Minichecklist) (Colombini & Occhipinti, 2016). OCRA Checklist iseloomustab kokkupuudet kuue peamise muutujaga: jõupingutus, tehniliste toimingute sagedus, ebamugavad asendid ja liigutused, taastumisaja puudumine, töö kestus ja täiendavad riskitegurid (vibratsioon, täppisliigutused, kinnaste kasutamine, lokaalsed survepunktid või madal temperatuur) (Occhipinti & Colombini, 2007). OCRA Checklist hindamismeetodi skoorid ja sellele vastavad riskitasemed on välja toodud tabelis 5, ülevaade OCRA Checklisti elektroonsest töölehest on lisas 2.

Tabel 5. OCRA Checklist meetodi riskitasemed (Colombini & Occhipinti, 2016)

Skoor	Riskitase
< 5	Optimaalne
kuni 7,5	Aktsepteeritav
7,6 - 11	Piiripealne või väga madal
11,1 - 14,6	Madal
14,1 - 22,5	Keskmine
> 22,5	Kõrge

OCRA Checklistil on valitud hindamismeetoditest kõige rohkem riskitasemeid, mis võimaldab hinnatavaid tööoperatsioone paremini klassifitseerida.

2 MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Uuritav objekt ja uuritavad

Uuring viidi läbi plastmassist toodete tootmisega tegelevas tootmisettevõttes 2021. a. veebruarist kuni mai kuuni. 2021 veebruari kuu seisuga töötas uuritavas tootmisettevõttes 206 töötajat, nende seas 73 koostetöödega tegelevat operaatorit.

Uuringu läbiviimiseks taotleti esmalt luba uuritava ettevõtte juhtkonnalt, kellele saadeti antud uuringu eetikakomitee kooskõlastuse dokumendid tutvustamiseks uuringu eesmärgi ja korraldust. Seejärel taotleti uuringu läbiviimiseks kooskõlastust Tartu Ülikooli Inimuuringute Eetikakomiteelt, millele laekus kinnitus 10.02.2021 (Protokolli number: 333/T-12). Pärast eetikakomitee kooskõlastust saadeti uurija poolt läbi ettevõtte intraneti massteade kõigile koosteoperaatoritele, tutvustamiseks antud uurimustöö eesmärgi ning sisu. Uuritavate värbamine toimus otsekontaktide kaudu.

Sihtgrupiks olid uuritava ettevõtte koosteoperaatorid ($n = 73$), kelle tööülesannetega kaasnevad füsioloogilised ohutegurid (korduvad liigutused, jõu rakendamine, sundasendid jne). Uuringusse kaasamise kriteeriumiks oli tööstaaž ettevõttes vähemalt 1 aasta, kriteeriumitele vastavaid uuritavaid oli 57.

Koosteoperaatorite tööoperatsioonid ja nende osakaal tööajast võivad olla erinevad. Uuritavate töötajate tööoperatsioonid jaotuvad järgnevalt:

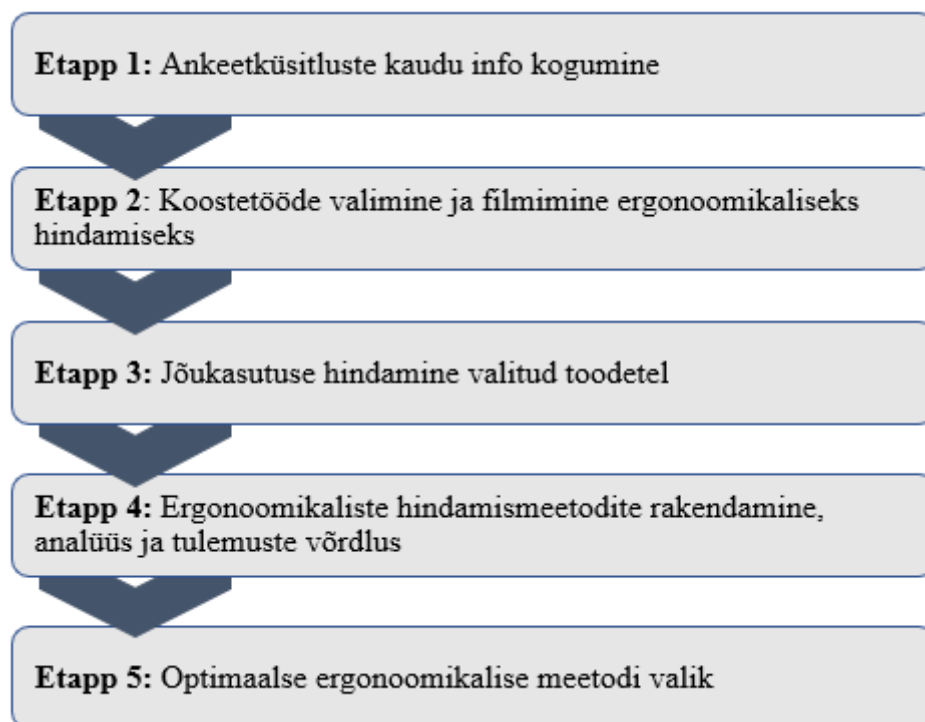
- 1) toodete koostamine;
- 2) toodete kontrollimine;
- 3) toodete pakkimine.

Osa operaatoreid teostab valdavalt toodete koostamist ja vähesel määral pakkimist, teine osa teostab valdavalt toodete kvaliteedikontrolli ja pakkimist ning osa operaatoreid roteeruvad nende kahe tööloigu vahel või teostavad korraga kõiki kolme tööoperatsiooni. Valdavalt sooritasid töötajad tööoperatsioone seistes ja istumisvõimalus on pigem vähesete toodete

koostamisel. Töötajad kannavad tööl tugevdatud ninaosaga turvajalanõusid ja ühes osakonnas eeldab töö ka pidevat liikumist erinevate masinkeskuste vahel. Töö toimub kolmes vahetuses (sh öövahetus), kestab 8 tundi, mille sisse on arvestatud 30 minutit lõunapausi ning 2 lisapuhkepausi (10 minutit). Lisapuhkepauside võtmist koosteosakonnas saab töötaja ise reguleerida vastavalt võimalusele ja vajadusele. Tootmishallis masina juures töötamisel on lisapuhkepauside võtmine raskendatud, kuna masin dikteerib töötempo ja masina juurest lahkumiseks on tarvis vahetut juhti informeerida asenduse vajadusest. Masinate seiskamine puhkepauside võtmiseks ei ole lubatud ja tehnoloogiliselt mõistlik, sest masinate uuesti käivitamine võtab kaua inseneride ja tehnikute tööaega ning peale käivitamist on alati suurem praaktoodete hulk.

2.2 Uurimistöö käik

Uurimistöö viidi läbi viies etapis, mis on visualiseeritud joonisel 4. .



Joonis 4. Uurimistöö läbi viimise etapid.

I Etapp

Uurimistöö esimeses etapis koguti ankeetküsitlustega infot olukorra kaardistamiseks. Selle raames paluti töötajatel täita maksimaalselt kolm erinevat ankeeti:

- Üldine ankeetküsimustik.
- Cornelli luu- ja lihaskonna vaevuste küsimustik (CMDQ).
- Cornelli käte vaevuste küsimustik (CHDQ).

Ankeetküsimustiku (Lisa 3) jagamisel uuritavatele selgitati uuringu eesmärki, isikuandmete haldamist ja ankeetküsimustike täitmist. Ankeetküsitlus olid anonüümne – uuritavad ankeetidele oma nime ei märkinud. Koos küsimustikuga oli kaasas pöördumiskiri uuritavale ja informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm, kus tutvustati uuringu eesmärki ja uurimismeetodeid. Uuritav tutvus informatsiooniga uurimistöö kohta ning täitis ankeedi talle sobival ajal tööpäeva jooksul. Uuriija korjas täidetud ankeedid isiklikult tagasi uuritavaga kokku lepitud ajal.

Üldise ankeetküsimustiku eesmärgiks oli koguda andmeid uuritavate kohta, et oleks võimalik kaardistatud vaevusi võrrelda uuritavate individuaalsete teguritega. Üldises ankeetküsimustikus koguti andmeid uuritava vanuse, kehamassi, pikkuse, suitsetamise, töörežiimi, tööstaaži, käelisuse, soo, koosteoperatsioonide osakaalu kohta viimase aasta jooksul ja paluti uuritava käest uuringu teiseks etapiks sisendit, millised on uuritava hinnangul füüsiliselt kõige raskemad koostetooted ning millised on füüsiliselt kõige lihtsamini koostatavad tooted.

Luu- ja lihaskonna vaevuste hindamiseks kasutati kahte Cornelli Ülikooli poolt loodud ankeeti, mis jagati uuritavatele kätte koos üldise ankeetküsimustikuga (Lisa 3), esimene neist üldine luu- ja lihaskonna vaevuste küsimustik (CMDQ) ja teine käte vaevuste küsimustik (CHDQ). Käte vaevuste küsimustik tuli täita ainult juhul, kui uuritaval esines käte piirkonnas vaevusi. Võimalik oli anda hinnang nii paremale kui ka vasakule käele.

Andmete analüüsimiseks kasutati Hii-ruut testi ja korrealtsioonanalüüsi.

II Etapp

Uurimistöö teises etapis toimus koostetööde valimine ja filmimine ergonoomikaliseks hindamiseks. Hindamiste jaoks valitud koosteoperatsioonide puhul lähtuti töötajate tagasisidest uurimustöö ankeetküsimustikule vastamisel. Koostati pingerida füüsiliselt kõige raskematest ja kergematest koostetoodetest, mille uuritavad olid välja toonud. Toodete valikul eelistati neid tooteid, mida oli ankeetküsitluses mainitud enim, lisaks lähtuti ka selles

etapis kriteeriumist, et toote koostaja tööstaž ettevõttes pidi olema vähemalt 1 aasta, tagamaks selle, et tegu on juba kogemusega koostajaga. Igale tootele lisati info, millisesse gruppi see kuulub toodete ABCD analüüsi põhjal ning edasiseks hindamiseks valiti ainult A-aktiivsusega tooted ehk kõige aktiivsemad tooted ettevõttes. Toodete koodid A, B, C ja D näitavad nende liikumise sagedust laos ja neid kasutatakse ettevõttes laosukohtade ning tootmissageduse ja hulga planeerimisel (täpsem ülevaade koodide tähendusest joonisel 5). Vähem aktiivsete toodete hindamine välistati sest nende mõju töötajate tervisele ei ole madalama aktiivsuse puhul tõenäoliselt oluline, kuna neid koostatakse harva. Sisend selleks saadi ettevõtte infosüsteemist, kus kõik tooted on ABCD analüüsi põhjal grupeeritud.

A	Liikumiste sagedus laos: vähemalt kord <u>nädalas</u> . Ülearuse koguse piir laos: rohkem kui 3 kuu kogus
B	Liikumiste sagedus laos: vähemalt kord <u>kuus</u> (aga harvemini kui kord nädalas) . Ülearuse koguse piir laos: rohkem kui 3 kuu kogus .
C	Liikumiste sagedus laos: vähemalt kord <u>poolaastas</u> (aga harvemini kui kord kuus) . Ülearuse koguse piir laos: rohkem kui 1 aasta kogus .
D	Liikumiste sagedus laos: harvemini kui kord <u>poolaastas</u> . Ülearuse koguse piir laos: rohkem kui 1 aasta kogus .

Joonis 5. Uuritava ettevõtte ABCD analüüsi koodide tähendused.

Valitud toodete koostamise protsessi filmiti kolm kuni viis töötükli, esindava tulemuse saamiseks vajadusel ka rohkem. Filmimiseks sobiv aeg lepidi kokku tööloõigu vahetu juhi ja uuritavaga, kes toodet koostas. Iga toote osas filmiti ainult ühte uuritavat. Enne filmimist selgitati uuritavale uuringu eesmärki ja isikuandmete haldamist ning anti tutvumiseks ja allkirjastamiseks uuritava informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm (Lisa 4). Pärast allkirjastamist leidis aset koosteoperatsioonide filmimine, milleks kasutati kahte kaamerat. Võimalusel asetati üks kaamera koosteoperatsiooni filmima eest ning teine kaamera külgsuunalt.

Valitud toodete koosteoperatsiooni lühikirjeldused on toodud tabelis 6.

Tabel 6. Hindamiseks valitud koostetoodete operatsioonide lühikirjeldus.

Toode	Töötaja hinnang koostetöö raskusastmele	Koosteoperatsiooni lühikirjeldus
A	B	C
T1	Füüsiliselt kerge	Keskmine tsükliäeg: 51 sekundit. Töötaja võtab selja tagant puidust aluselt plastikust toote ja paneb lauale rakisesse, lisab tootele käsitsi kergelt surudes plastikust komponendi. Haarab liimiga kaetud poroloonist materjali, eemaldab selle keskmiselt osalt katte ja asetab toote kumera osa põhja, surub/patsutab paika. Seejärel eemaldab külgedele jäävate poroloonide katte ja surub liimiga kaetud osa toote külgede vastu. Töötaja eemaldab toote rakisest, kontrollib seda ja asetab temast vasakul olevale transpordilindile.
T2	Füüsiliselt kerge	Keskmine tsükliäeg 48 sekundit. Töötaja võtab selja tagant aluselt plastikust toote ja toetab ühe otsaga lauale, lisab käsitsi kergelt surudes neli klipsi. Võtab enda eest haardeulatusest liimiga kaetud porolooni, eemaldab sellel kattepaberi ja kergelt patsutades liimib selle toote küljele. Asetab toote rakisesse ja võtab enda paremalt küljelt haardeulatusest teise porolooni, eemaldab sellel kattepaberi ning kergelt surudes ja patsutades liimib tootele, rebib õrnalt sõrmedega porolooni murdekoha lahti. Hindab visuaalselt toodet, eemaldab selle rakisest ja asetab vasakul küljel olevale transpordilindile.
T3	Füüsiliselt kerge	Keskmine tsükliäeg 63 sekundit. Töötaja võtab selja tagant aluselt plastikust toote, asetab rakisesse, lisab käsitsi kergelt surudes toote tagaküljele kaks klipsi. Võtab liimiga kaetud porolooni, eemaldab sellel kattepaberi ja kergelt patsutades liimib toote külge. Rebib õrnalt sõrmedega lahti porolooni murdekoha. Eemaldab toote rakisest ja asetab teistpidi lauale, võtab teise porolooni ja liimib selle kergelt patsutades ja siludes toote küljele. Keerab toote teist pidi ja lisab kergelt surudes tootele veel kaks klipsi. Asetab toote kontrollrakisesse, hoiab oma käsi toote peal paar sekundit, eemaldab toote ja asetab vasakul asuvale transpordilindile.
T4	Füüsiliselt kerge	Keskmine tsükliäeg 20 sekundit. Töötaja võtab enda eest lauanurgalt neli väikest klipsi ja asetab enda ees oleva koosteseadme pesadesse. Võtab paremalt haardeulatusest plastikust tooriku ja asetab selle koosteseadmesse pesadesse. Vajutab mõlema käega koosteseadme kõrval olevaid nuppe, mis aktiveerivad seadme ja koostavad toote. Hoiab nuppe all ca 1 sekund. Eemaldab toote koosteseadmest ja asetab selle vasakul olevalt transpordilindile.
T5	Füüsiliselt kerge	Keskmine tsükliäeg 24 sekundit. Töötaja võtab karbist kaks neeti ja asetab need koosteseadmesse õigesse pessa. Võtab paremalt poolt haardeulatusest plastikust toote ja asetab selle õigesse pessa neetide peale. Võtab vasakult karbist ja asetab tooriku/neetide peale metallist klambri. Võtab paremalt karbist kaks needipaed ja surub need neetide peale kinni. Seejärel surub kahel pool koosteseadet olevaid lüliteid ja toote needid surutakse seadme poolt kinni. Võtab vasakult kleebise, eemaldab kleebise ühelt poolelt kattepaberi ja asetab selle õigele kohale toote peal. Seejärel eemaldab teiselt poolelt tagumise paberi ning kleebib ka teise poole käega siludes tootele. Töötaja vajutab koosteseadme ees olevaid nuppe, et toode seadmest vabastada. Liigutab kinnitatud klambrit ja veendub selle töökorras olekus. Asetab toote vasakul olevale lindile.

Tabel 6 järg

A	B	C
T6	Füüsiliselt raske	<p>Keskmine tsükliäeg 69 sekundit.</p> <p>Töötaja võtab kaks plastikust toorikut, asetab nende otsad omavahel kohakuti (soontesse) ja surub kokku. Seejärel surub suuremat jõudu kasutades kokku kõik toote ääred, avaldades mitmeid kordi tugevamalt survet. Haarab kolmanda tooriku ja asetab selle õigesse auku kokku surutud tootele. Hoiab ühe käega tooteid paigas ja teise käega lisab kaks kinnituskomponenti kahele poole pesadesse, mis fikseerivad kolmanda tooriku. Kahe kinnituskomponenti vahele lisatakse vedru, mille paigaldamisel kasutatakse abinäpitsaid. Vedru haaramisel näpitsa vahele nõuab jõu rakendamist ja operaator lööb vasaku käega vastu näpitsa esiosa, et vedru õigele kohale liiguks, seejärel asetab näpitsaid kasutades ja jõudu rakendades vedru kinnituskomponentide vahele. Korratakse neljanda toorikuga analoogseid tööoperatsioone nagu kolmanda tooriku puhul. Kontrollitakse liikuvate detailide liikuvust ja asetatakse toode vasakul asuvale lindile.</p>
T7	Füüsiliselt raske	<p>Keskmine tsükliäeg 284 sekundit</p> <p>Töötaja võtab paar meetrit eemalt alusest kaks toote raami. Asetab paigale alumise raami ja siis pealmise raami ja avaldab survet, et kinnitusnagad lukustuks. Kinnitab toote klambritega koosterakise külge. Toob eemalt metallist toru ja paigaldab selle kogu keha raskusega küljelt surudes toorikute külge. Lisab plastikust tugijala, rakendades selleks kätega jõudu. Võtab õla kõrguselt karbist kruvid, haarab parema käega pneumokruvikeeraja ja kinnitab ühe kruvi. Seejärel haarab peast kõrgemalt teise riputatud pneumokruvikeeraja ja kinnitab veel neli kruvi. Muudab rakise asendit, nii et toode jääb diagonaalis. Haarab paar sammu eemalt kaks metallist siini ja ühe plastikust komponendi, mille paigutab survet avaldades toote sisse moodustunud ava ülaossa, seejärel lisab mõlemale küljele ühe metallist siini. Kinnitab pneumokruvikeerajat kasutades kahe kruviga siinid. Pöörab toote rakisel tagasi algasendisse ja kinnitab küljel pneumokruvikeerajaga ühe kruvi. Toob paar sammu eemalt kaks plastikust toorikut, mille surub kahele poole toote välisküljele. Toob paar meetrit eemalt järgmised kaks toorikut, mida surub toote külgedele paika keharaskust kasutades. Võtab veel kaks metallist siini ning lisab need toote sees olevasse avasse ning kinnitab siinid pneumokruvikeerajat kasutades kahe kruviga. Toob paar meetrit eemalt toote pealmise tooriku ja igast küljest ülevalt alla tõmmates surub paika. Kinnitab tooriku pneumokruvikeerajat kasutades 5 kruviga. Tõmbab toote keskosast välja kaks siini ja toob ca 4 m kauguselt kaks plastikust sahtlit, millest ühe asetab siinide vahele ja kinnitab need pneumokruvikeerajat kasutades. Tõmbab välja ülemised siinid ja asetab sinna vahele teise sahtli, mille kinnitab kahe kruviga. Haarab õla kõrguselt karbist sahtli nupud, kinnitab need sahtli külge ja kinnitab kruviga. Võtab meeter eemalt kaks sahtli esipaneeli ja surub need jõuga paika sahtli külge. Võtab õla kõrguselt erinevaid matte, asetab toote külgmistesse taskutesse matid ja sahtlitesse matid. Vabastab klambri, võtab toote rakisest ja asetab 1 m eemal asuvale transpordilindile.</p>

Tabel 6 järg. Hindamiseks valitud koostetoodete operatsioonide lühikirjeldus.

A	B	C
T8	Füüsiliselt raske	<p>Vaadeldud tsükliäeg 259 sekundit (masina pealt tulev toode, täpsema tulemuse saamiseks vaadeldi pikemat perioodi, mille jooksul koostati 8 toodet).</p> <p>Töötaja haarab robotipuurst välja liikuva transpordilindi pealt kaks toorikut, surub need jõudu rakendades omavahel kokku. Haarab paremalt käelt õla kõrguselt porolooni, mida hakkab lükkama toote sees olevatesse soontesse (surub oma kätt ja sõrmi sisse, et paika saada), pöörab toote teist pidi, haarab veel ühe porolooni ja surub seda teiselt poolt toote sisse soontesse. Asetab toote lindi peale. Kordab järgnevate toodetega sama operatsiooni. Tõstab tooteid lindilt selja peal olevasse puidust ääristega alusesse 3-4 kaupa.</p>
T9	Füüsiliselt raske	<p>Vaadeldud tsükliäeg 213 sekundit (vaadeldi 10 toote koostamist, kuna toote kooste toimus kahes etapis).</p> <p>Töötaja haarab pundi komponente, kus on 10 võlli kinnitatud kaablisidemega. Haarab lõiketangid ja lõikab kaablisideme läbi.</p> <p>Töötaja sätib vasakusse kätte viis võlli võimalikult laiali. Võtab paremasse kätte pintslit, võtab pintsliga topsist määret ja määrab igal võllil kaks kohta, keerab võllid teist pidi ja määrab pintsliga ka teiselt poolt igal võllil kaks kohta. Seejärel võtab laualt klipsi ja lükkab sõrmedega igale võllile külge kaks klipsi. Võtab ülejäänud viis võlli ja kordab sama tööoperatsiooni. Tõstab ülejäänud klipsid tagasi karpi ja võtab teisest karbist peotäis klipse lauale. Tõmbab enda ette abiseadme, asetab klipsitatud võllid abiseadmesse, surub vasaku käega kangi alla (lükates klipside otsad kokku) ja asetab parema käega klipside otsa kinnituskambri, seejärel vabastab kangi ja eemaldab toote. Teostab kõigi järgneva 9 tootega sama tööoperatsiooni.</p> <p>Koostatud tooted asetab plastikust karpi.</p>
T10	Füüsiliselt raske	<p>Keskmine tsükliäeg 33 sekundit.</p> <p>Töötaja haarab paremalt pisikese kaane, hõõrub selle äärt sõrmega siledamaks. Võtab teise ümmarguse tooriku ja surub jõudu kasutades kaant sinna külge. Võtab laualt klipsi ja kinnitab sellega kaane teise tooriku külge. Võtab laualt plastikust topsi ja peab selle ühendama esmasena koostatud toorikutega. Töötaja rakendab kahte poolt kokku surudes väga suurt jõudu ja mitu korda. Kontrollib, kas kaas liigub korralikult, asetab toote vasakul asuval transpordilindile.</p>

Valitud koostetoodete massid jäid vahemikku 0,1 – 0,8 kg, vaid toode T7 kaalus valmis kujul 12,1 kg, kuid see oli terve koostamise aja rakises ning tõsta tuli seda ainult lõpus rakisest välja. Teiste toodete puhul jäi mass alla 1 kg, seega nende toodete teisaldamine on füüsiliselt kerge ja ei kuulu raskuste käsitsi teisaldamise alla EV õigusaktide tähenduses (raskuste käsitsi teisaldamiseks loetakse üle 5 kg massiga raskuse käsitlemist). Tooted T7 ja T9 koostasid meesterahvad, ülejäänud tooteid naised. Kuna T7 on füüsiliselt raske koostada, siis planeeritakse sellele tööle ainult mehi.

III Etapp

Töö kolmandas etapis (mis leidis aset paralleelselt teise etapiga) küsiti iga valitud ja filmitud toote kohta viie koosteoperaatori käest hinnangut rakendatud jõu maksimaalse suuruse kohta Borg CR10 skaalal (Lisa 5). Küsitletavad võisid erinevate toodete puhul kattuda ja vastused

anti anonüümselt. Kuna selles osas isikuandmeid ei küsitud ja hinnangu sai anda ka suuliselt, siis nendelt koosteoperaatoritelt keda ei filmitud, ei palutud ka nõusoleku vormi täitmist.

IV Etapp

Ergonoomikaliste hindamismeetodite rakendamine, analüüs ja tulemuste võrdlus. Selles etapis toimus koosteoperatsioonide hindamine videosalvestiste ja rakendatud jõu suuruse alusel, kasutades järgmisi meetodeid:

- OCRA (Occupational Repetitive Actions method);
- Revised Strain Index;
- ART Tool (Assessment of Repetitive Tasks tool);
- HAL (Hand Activity Level).

Kõikide toodete ergonoomikalisel hindamisi keskenduti ainult paremale ülajäsemele. Hindamiseks sünkroniseeriti videod ja valiti peale läbivaatust hindamiseks kõige esindavam töösükkel. Videosalvestiste vaatamiseks ja analüüsiks valiti tarkvara **Kinovea**, mis võimaldas vaadata salvestusi suure aeglustamisega ning määrata ka ülajäseme nurgad.

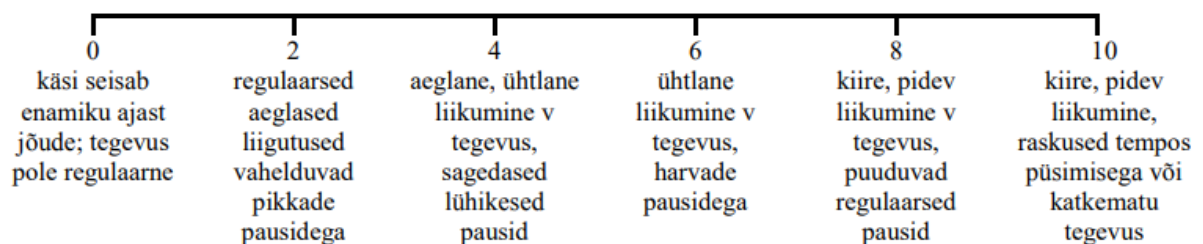
Koosteoperatsiooni hindamisel HALi abil võeti arvesse uuritava subjektiivset hinnangut suurimale jõukasutusele toote koostamisel Borg CR 10 skaalal. Käe aktiivsuse määr arvutati välja ajavaatluse põhjal, kasutades valemist 1 (lk 14). Koormustsükli arvutamiseks vaadeldi videosalvestist ning loeti kokku, mitu sekundit uuritava parema käsi seisis jõude või sellele ei olnud olulist koormust. Saadud tulemuse põhjal arvutati välja, kui suur osa tsüklist oli käsi koormatud. Liigutuste sageduse arvutamisel lähtuti vaatluse käigus mõõdetud keskmisest tsükliajast ning parema käe liigutuste arvust. Saadud tulemused kanti joonisele, millel oli võimalik hinnata nende riskitaset vastavalt kirjanduse analüüsi osas esitatud joonisele 2.

Revisited Strain Indexi meetodiga hindamisel kasutati vastavat töövahendit, mis andmete sisestamisel kalkuleerib riskihinde (töölehe vaade lisas 6), hinnatavad tegurid on esitatud kirjanduse ülevaates (lk 14). Koormustsükli arvutamisel lähtuti HAL meetodi jaoks välja arvutatud tulemusest.

ART Tool (*Assessment of repetitive tasks of the upper limbs*) puhul kasutati Suurbritannia Töötervishoiu ja tööohutuse ameti (HSE) poolt välja töötatud töölehte hindamistulemuste

üles märkimiseks ning juhitud hindamisvahendi juhendmaterjalidest (ülevade kirjanduse ülevaates (lk 15). Kuna antud hindamisvahend jätab teatud etappides liiga palju tõlgendusruumi, siis osade tegurite juures võeti abiks kriteeriume teistest hindamismeetoditest. Muudatused tehti järgnevate tegurite hindamisel:

- **Käe liikumine.** Hindamisel võeti appi meetodi HAL juhis käe aktiivsuse määra leidmiseks visuaalanaloogskaalal (joonis 6). Lähtuti põhimõttest, et:
 - Hinne 0...3 palli annab ARTis tulemuseks 0 skoori (roheline);
 - Hinne 4...6 palli annab ARTis tulemuseks skoori 3 (kollane);
 - Hinne 7...10 palli annab ARTis tulemuseks skoori 6 (punane).



Joonis 6. HAL-i ligikaudse käe aktiivsuse määra leidmise juhised

- **Jõukasutuse hindamine.** Teises etapis tuli lähtuda juhendmaterjalis olevast hindamismaatriksist (tabel 3, lk 16). Ajahinnangu määramisel maatriksis lähtuti meetodi HAL jaoks välja arvutatud koormustsüklist. Jõu suuruse hindamisel lähtuti Borgi skaala tulemustest, kohandades neid hindamismaatriksiga järgnevalt:
 - Kerge (Light) – Borgi CR 10 skaalal tulemus 0...2 palli
 - Mõõdukas (Moderate) – Borgi CR 10 skaalal tulemus 3...4 palli
 - Tugev (Strong) – Borgi CR 10 skaalal tulemus 5...7 palli
 - Väga tugev (Very strong) – Borgi CR 10 skaalal tulemus 8...10 palli

Kuna originaalmaatriksis neljas lahtris oli puudu numbriline hinnang (tabel 3 kirjanduse analüüsis), siis tuli teha kohandusi, et oleks võimalik hiljem toodete ja meetodite võrdlemise jaoks välja arvutada lõplik skoor (tabel 7). Maatriksis tehti järgnevad muudatused:

- Tugev jõukasutus ja koormustsükkel üle 80% määrati hindeks R15;
- Väga tugev jõukasutus ja koormustsükkel alla 15% määrati hindeks R9;
- Väga tugev jõukasutus ja koormustsükkel 15...30% määrati hindeks R12;
- Väga tugev jõukasutus ja koormustsükkel 40...60% määrati hindeks R15;

- Väga tugev jõukasutus ja koormustsükkel üle 80% määrati hindeks R18.

Tabel 7. ART Tool jõukasutuse hindamise maatriks, muudetud väärtustega kahes viimases tulbas.

Käe liikumine (koormustsükkel)	Jõukasutus			
	Kerge	Mõõdukas	Tugev	Väga tugev
Harva	G0	A1	R6	R9
Osa ajast (15...30%)	G0	A2	R9	R12
Umbes pool ajast (40...60%)	G0	A4	R12	R15
Peaaegu kogu aeg ($\geq 80\%$)	G0	R8	R15	R18

Koosteoperatsioonide hindamine OCRA Checklistiga toimus vastavalt kirjanduse ülevaates välja toodud meetodil (lk 17).

Hindamismeetodite omavaheliseks võrdlemiseks oli tarvis hindamise kriteeriumid ühtlustada (tabel 8). HAL-TLV puhul võeti aluseks kirjanduse ülevaates välja toodud joonisel 2 olevad sirgete võrrandid ja lähtuti kolme riskitaseme määramisel nendest. Revised Strain Indexil oli kaks riskitaset ning neid ei muudetud. ART meetodi puhul lähtuti kirjanduse ülevaates olevast kolmest tasemest ning OCRA Checklisti puhul korregeeriti riskitasemed algse 6 taseme asemel kolme peale, lähtudes analoogsetest uurimistöödest (S. Costa, 2015; Motamedzade et al., 2018a, 2018b).

Tabel 8. HAL-TLV, RSI, ART ja OCRA Checklist ühtlustatud riskihindamise kriteeriumid; S - (I_{HAL} , Borg).

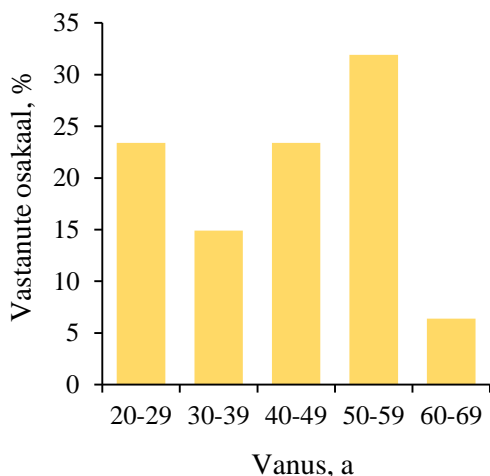
HAL-TLV	RSI	ART	OCRA	Riskitase
$S < 5x+9y-50=0$	$SI \leq 10$	≤ 11	$<7,6$	Madal risk
$5x+9y-50=0 < S < 7x+9y-70=0$	-	12...21	7,6...14	Keskmine risk
$S > 7x+9y-70=0$	$SI > 10$	≥ 22	$\geq 14,1$	Kõrge risk

Meetodite tulemuste seoste hindamiseks kasutati Spearmani korrelatsioonanalüüsi.

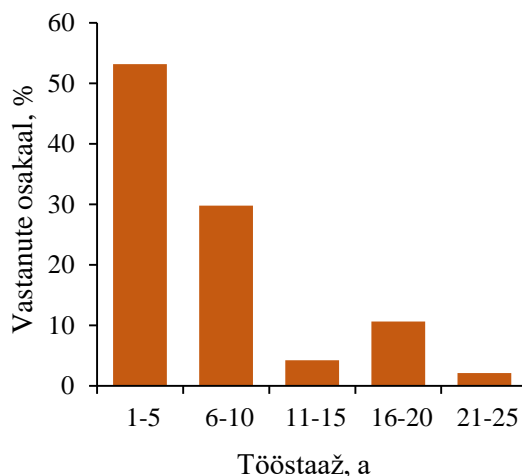
3 TULEMUSED

3.1 Uuritavate üldandmed

Ankeetküsitlusele vastas 47 koosteoperaatorit 57-st, vastamismäär 82 %. Valdav enamus uuritavatest (81%) olid naissoost. Vastanuid oli vanusevahemikus 21...66 eluaastat, uuritavate keskmine vanus oli 43 (± 13) eluaastat. Kõige rohkem vastanuid oli vanusegrupis 50...59 aastat (32%, $n = 15$), millele järgnesid võrdselt vanusegrupid 20...29 ja 40...49 aastat (23%, $n = 11$). Kõige vähem uuritavaid oli vanusegrupis 60...69 eluaastat (6%, $n = 3$). Uuritavate vanuseline jaotus on toodud joonisel 7. Uuritavate keskmine tööstaaž ettevõttes oli 7 aastat ($\pm 5,1$), kõige väiksema staažiga vastanud olid töötanud ettevõttes 2 aastat ja kõige pikema staažiga töötaja 25 aastat. Kõige suurema osakaalu vastanutest moodustasid uuritavad tööstaažiga 1...5 aastat (53%, $n = 25$), millele järgnesid uuritavad tööstaažiga 6...10 aastat (30%, $n = 14$) ja 16...20 aastat (11%, $n = 5$). Vastanute jaotus tööstaaži alusel on toodud välja joonisel 8.



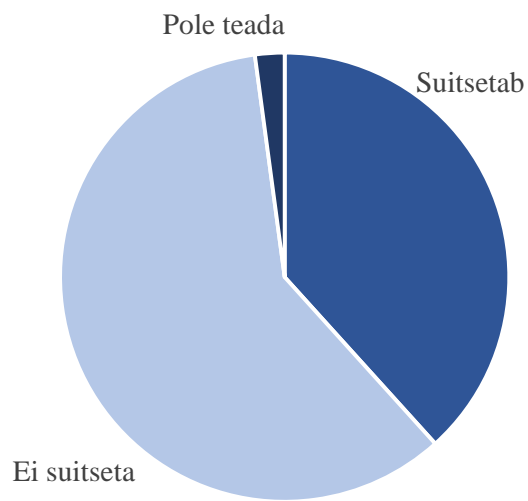
Joonis 7. Uuritavate vanus



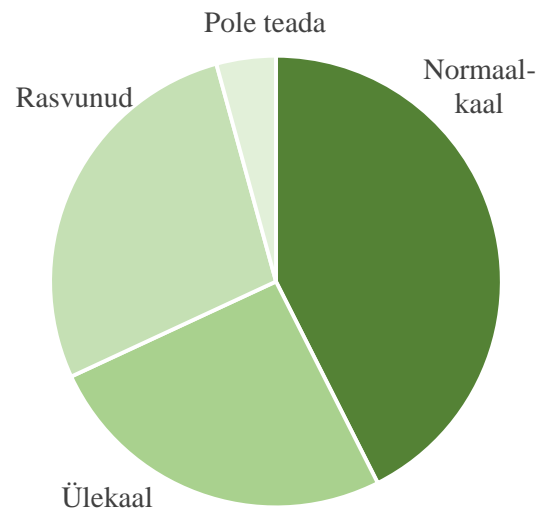
Joonis 8. Uuritavate tööstaaž

Uuritavatest 92% olid paremakäelised, 4% vasakukäelised ja 4% uuritavate puhul ei ole käelisus teada. Uuritavatest 38% suitsetab, 60% ei suitseta ja 2% vastanute puhul ei ole teada, kas nad suitsetavad (joonis 9). Uuritavate keskmine kehamassiindeks (KMI) oli 26,3 ($\pm 5,3$) kg/m². Normaalkaalus töötajaid oli 43% vastanutest (KMI 18,6 – 25 kg/m²). Suur osa

vastanutest on kas ülekaalulised (25%, KMI 25,1 – 30 kg/m²) või rasvunud (28%, KMI 30,1 – 35 kg/m²). KMI alusel kategooriatesse jaotumine on välja toodud joonisel 10.



Joonis 9. Uuritavate suitsetamise staatus

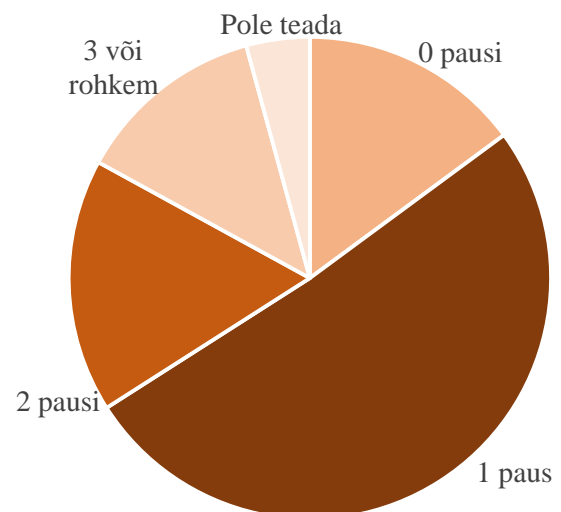


Joonis 10. Uuritavate kehamassiindeks

Tööoperatsioonide osakaalu ja puhkepauside arvu jaotused on esitatud joonistel 11 ja 12.



Joonis 11. Tööoperatsioonide osakaal viimasel aastal



Joonis 12. Puhkepauside arv tööpäevas

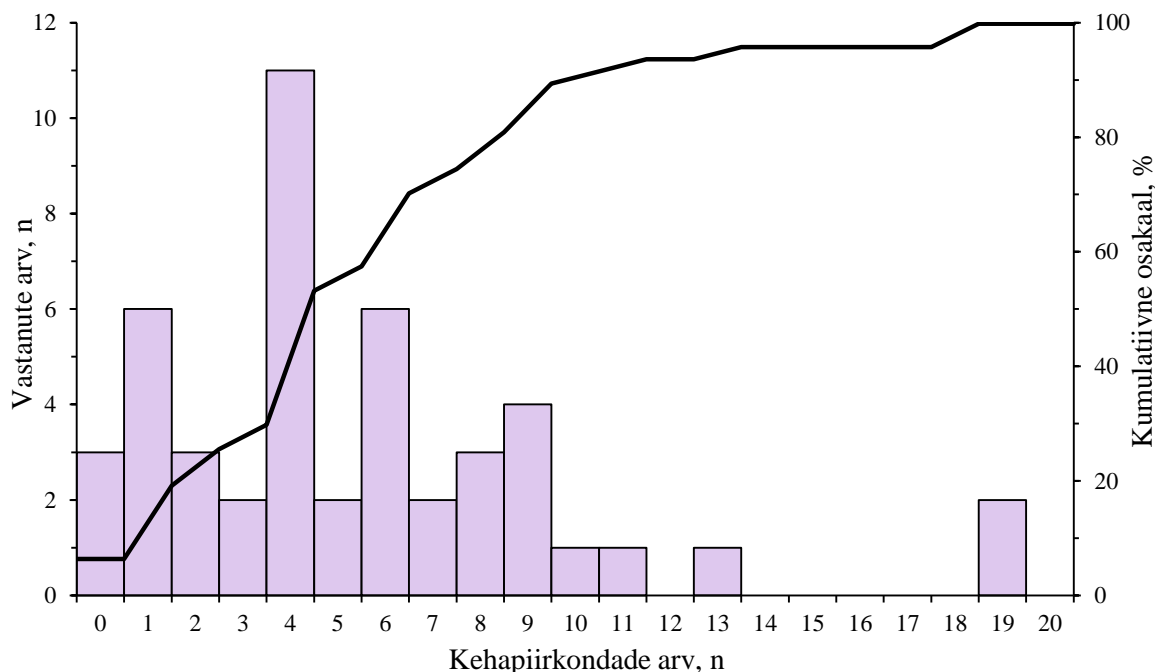
Tööoperatsioonide osakaalu alusel oli enim neid uuritavaid, kes tegelesid peamiselt toodete kontrollimise ja pakkimisega (49%), võrdselt toodete koostamise ja kontrolli ning pakkimisega tegeles 36% uuritavatest ja peamiselt koostetoodete koostamisega tegeles 15%

vastanutest. Enamik uuritavaid märkis, et nad võtavad tööpäevas ainult ühe puhkepausi (51%, $n = 24$), 17% ($n = 8$) märkisid, et nad võtavad kaks puhkepausi ja 13% ($n = 6$) võtavad 3 või rohkem puhkepausi. Vastuste põhjal tuli välja, et 15% ($n = 7$) ei võta üldse puhkepause.

3.2 Luu- ja lihaskonna vaevuste kaardistus ja analüüs

Praktiliselt kõik koosteoperaatorid 94% ($n = 44$) tundsid vastamisele eelnenud tööädala jooksul valu vähemalt ühes kehapiirkonnas, nendest 32% ($n = 14$) hindasid valu suurust vähemalt ühes kehapiirkonnas kõrgeks ja 34% ($n = 15$) häiris valu töö tegemist olulisel määral. 16% ($n = 7$) töötajatest tõid välja, et neil esines vähemalt ühes kehapiirkonnas igapäevaselt suur valu või ebamugavustunne, mis mõjutas nende tööd olulisel määral. Keskmiselt esines selline valu neil neljas kehapiirkonnas.

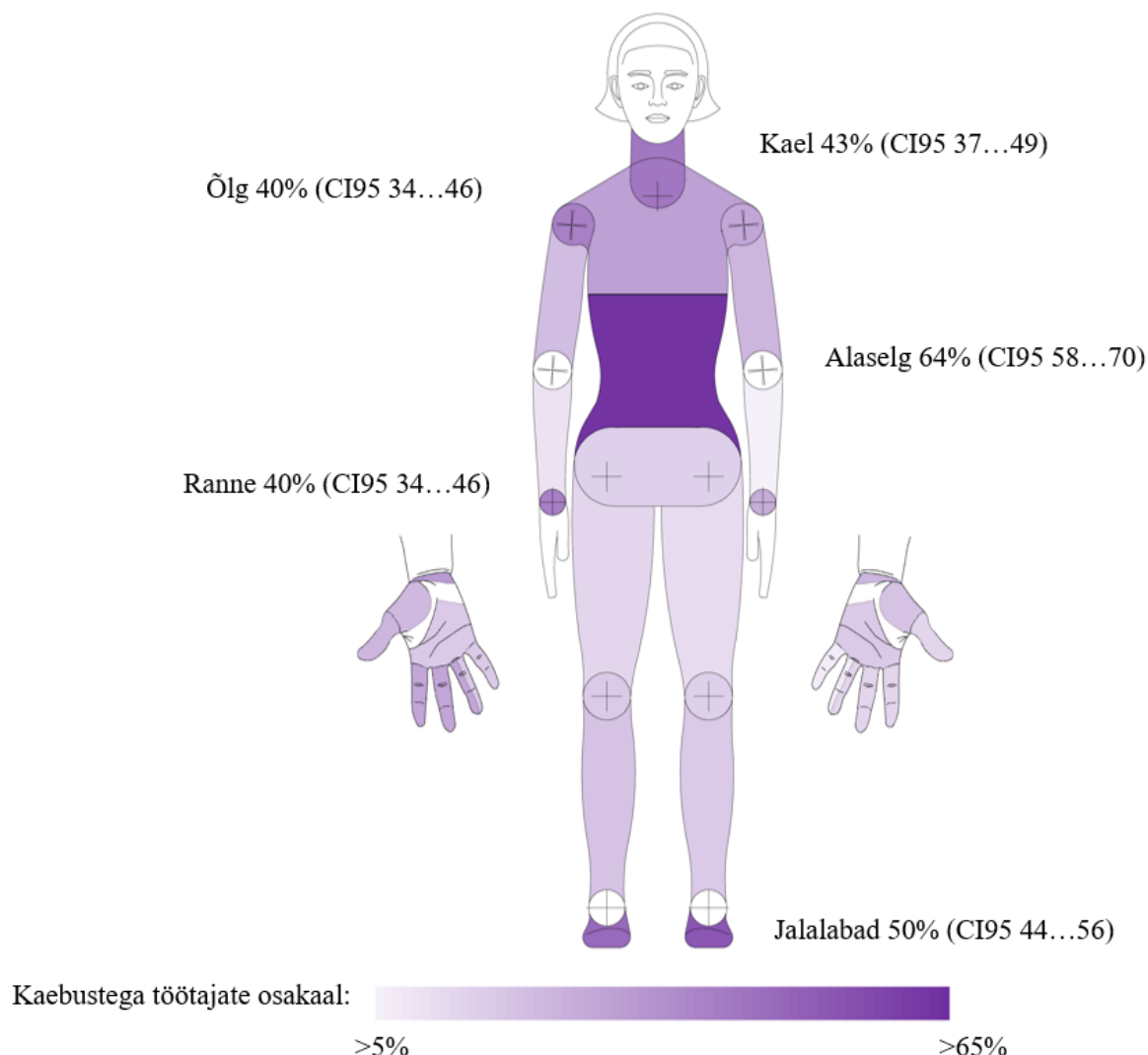
Kehapiirkondade hulga alusel kaebuse jaotumisest tuli välja, et kaebusteta vastanuid oli kõigest 6% ($n = 3$), üle 75 % uuritavatel oli kaebusi rohkem kui kahes kehapiirkonnas ja üle 50% vastanutest oli kaebusi rohkem kui viies kehapiirkonnas (Joonis 13).



Joonis 13. Vaevustega kehapiirkondade hulk.

Kõige enam uuritavaid märkis, et neil esineb vaevusi alaseljas (64%), jalalabades (50%), kaelas (43%), paremas randmes ja õlas (40%). Vaevuste jaotust piirkonniti visualiseerib

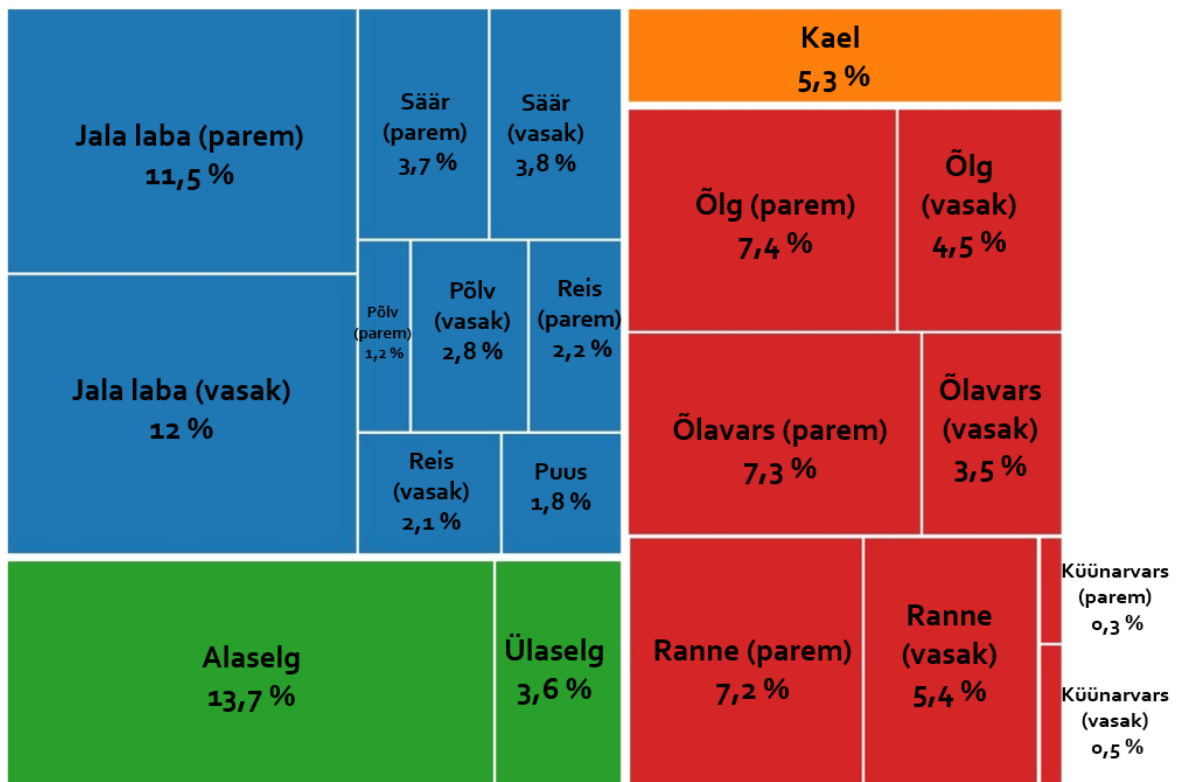
joonis 14, kus esimene number näitab vaevuste osakaalu küsitlusele vastanute hulgas ja sulgudes olev vahemik näitab eeldatavat vaevuste osakaalu kõikide töötajate hulgas.



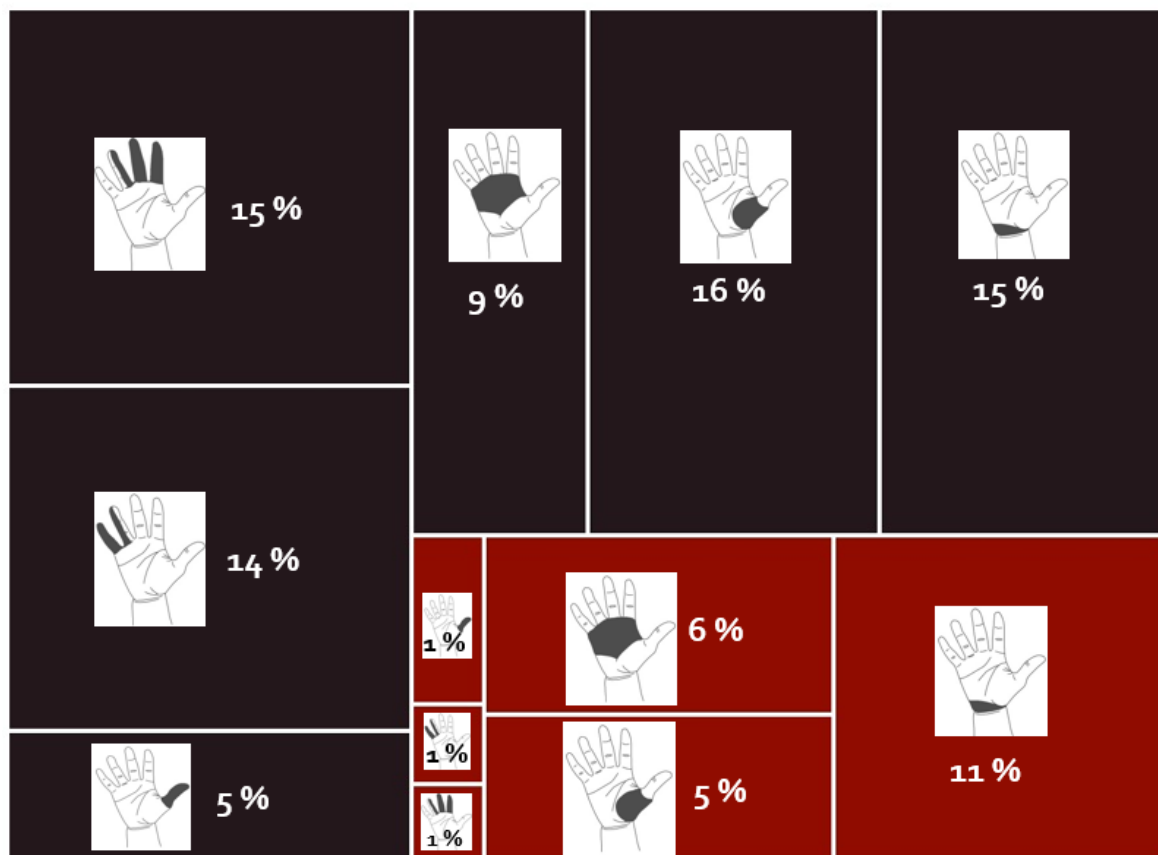
Joonis 14. Kaebuste asukoht kehapiirkonnas

Valuskooride alusel luu- ja lihaskonna vaevuste jaotus piirkonniti on välja toodud joonisel 15. Suure osa vaevustest moodustavad valud alaseljas (13,7%) ja alajäsemetes (jala laba (vasak) 12%, jala laba (parem) 11,5%), kaela vaevused moodustavad valuskoori järgi jaotusest 5,3%. Viiendik vaevuste jaotusest on paremas ülajäsemes, mis jaotub parema õla (7,4%), parema õlavarre (7,3%) ja parema randme (7,2%) vahel ja viitab olulisele probleemile ülajäsemete vaevustes.

Käte vaevuste küsimustikele vastas 64% ($n = 30$) uuritavatest. Valuskooride jaotuses (joonis 16) ilmneb, et $\frac{3}{4}$ käte valuskoorist tuleneb paremast käest, seega peaks edasine ajamahukam hindamine keskenduma just paremale ülajäsemele.



Joonis 15. Valuskoori jaotus keha piirkonniti (kõikide töötajate valuskooride summa 100%)



Joonis 16. Ülajäseme valuskooride jaotus (kõikide töötajate valuskooride summa 100%)

Vaevuste jaotus tööoperatsioonide osakaalu lõikes on toodud välja tabelis 9. Enamiku piirkondade korral koosteoperatsioonide osakaalul vaevuste esinemisele mõju ei tundu olevat. Ainus erinevus tuli välja parema öla korral – vaevusi vähem töötajatel, kes roteeruvad erinevate tööoperatsioonide vahel ($p = 0,05$).

Tabel 9. Vaevuste jaotus tööoperatsioonide osakaalu lõikes; χ^2 - Hii-ruut test statistik; p - olulisustõenäosus.

Piirkond	Esines vaevusi			Ei esinenud vaevusi			χ^2	p
	Peamiselt kooste	Peamiselt kontroll ja pakkimine	Kooste ja kontroll/ pakkimine	Peamiselt kooste	Peamiselt kontroll ja pakkimine	Kooste ja kontroll/ pakkimine		
Alaselg	57%	57%	76%	43%	43%	24%	1,8	0,40
Jala laba	29%	65%	65%	71%	35%	35%	3,3	0,19
Parem ranne	71%	39%	29%	29%	61%	71%	3,7	0,16
Kael	29%	57%	29%	71%	43%	71%	3,6	0,17
Parem õlg	43%	57%	18%	57%	43%	82%	6,2	0,05

Valuskoori ja individuaalsete tegurite korrelatsioonanalüüsi tulemused on välja toodud tabelis 10.

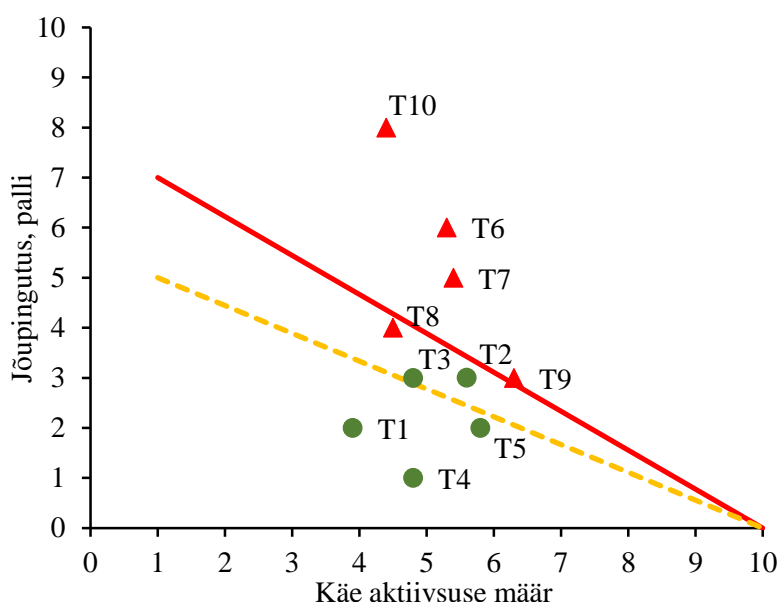
Tabel 10. Valu skoori korrelatsioonanalüüsi tulemused; ρ – Spearmani korrelatsioonikordaja; p - olulisustõenäosus

Piirkond	Tegur				
	Vanus	Staaž	Kasv	Mass	KMI
Kael	$\rho = 0,12$; $p = 0,443$	$\rho = -0,03$; $p = 0,855$	$\rho = -0,26$; $p = 0,099$	$\rho = -0,30$; $p = 0,054$	$\rho = -0,29$; $p = 0,074$
Alaselg	$\rho = 0,09$; $p = 0,569$	$\rho = 0,07$; $p = 0,651$	$\rho = -0,36$; $p = 0,022$	$\rho = -0,14$; $p = 0,394$	$\rho = -0,03$; $p = 0,841$
Ranne	$\rho = 0,22$; $p = 0,157$	$\rho = 0,09$; $p = 0,571$	$\rho = -0,12$; $p = 0,442$	$\rho = 0,01$; $p = 0,939$	$\rho = 0,05$; $p = 0,736$
Jalalabad	$\rho = 0,17$; $p = 0,294$	$\rho = 0,19$; $p = 0,228$	$\rho = -0,36$; $p = 0,022$	$\rho = -0,15$; $p = 0,368$	$\rho = -0,04$; $p = 0,807$
Kogu keha	$\rho = 0,40$; $p = 0,007$	$\rho = 0,14$; $p = 0,376$	$\rho = -0,46$; $p = 0,002$	$\rho = -0,18$; $p = 0,256$	$\rho = -0,04$; $p = 0,822$

Tulemustest selgus, et vanuse suurenemisega suureneb kogu keha vaevuste hulk ($p = 0,007$), kuid mitte konkreetsete kehapiirkondade vaevuste hulk. Staaž valu skooriga seotud ei ole. Kasvu ja valu skoori vahel on negatiivne, keskmise tugevusega seos. Analüüsil ei leitud valuskoori seost massi ja kehamassiindeksiga.

3.3 Koostetööde ergonoomikaline hindamine

Välja valitud koostetoodete hindamisel meetodiga HAL kanti leitud käe aktiivsuse määr ja jõuhinnang joonisele (joonis 16), millest selgus, et kõik kerged tooted jäid ülemisest piirväärtusest allapoole, kuigi kaks toodet (T3 ja T2) ületasid meetmete rakendusväärtuse. Kõik rasked tooted olid ülemise piirväärtuse lähedal või ületasid seda, ainult toode T8 jäi napilt alla ülemise piirväärtuse. Ülemisest piirväärtust ületas kõige enam toode T10, mida võib selle hindamismeetodi järgi pidada kõige kõrgema riskitasemega tooteks ning kõige kaugemal rakendusväärtusest ja ülemisest piirväärtusest oli toode T4, mida võib selle meetodi alusel kõige ohutumaks tooteks.



Joonis 16. Hindamistulemused HAL meetodiga; ● – töötajate jaoks füüsiliselt kerge koostetoode, ▲ – töötajate jaoks füüsiliselt raske koostetoode; — - ülemine piirväärtus, - - - - rakendusväärtus.

Koostetoodete hindamine meetodiga Revisited Strain Index on toodud tabelis 11. Kõigi hinnatud koostetoodete puhul annab meetod tulemuseks kõrgema väärtuse kui 10, millest järeldub, et selle meetodi alusel on kõik hinnatud tööoperatsioonid töötajatele tõenäoliselt ohtlikud. Töötajate hinnangul füüsiliselt kerged tooted said lõppskooriks väärtused vahemikus 12,1...40,7 ja töötajate hinnangul füüsiliselt rasked koostetooted said lõppskooriks väärtused vahemikus 39,8...111,7. Seega töötajate poolt füüsiliselt raskeks märgitud tooted said siiski valdavalt kõrgema lõppskoori kui kergeks hinnatud tooted. Kõige

kõrgema riskihinde selle meetodi alusel sai toode T10 (SI = 111,7) ja kõige madalama skoori T4 (SI = 12,1).

Tabel 11. Hindamistulemused meetodiga Revisited Strain Index; $SI \leq 10$ tööoperatsioon on tõenäoliselt ohutu, $SI > 10$ tööoperatsioon on tõenäoliselt ohtlik; TH - töötajate hinnang koostamine füüsiliselt kerge/raske.

Toode	Jõupingutus, palli	Liigutusi tsükli, tk	Töötsükli kestus, s	Koormus-tsükkel, %	Randme asend, °	Kestus päevas, h	Skoor (SI)	TH
T1	2	17	51	84	62	6	27,5	Kerge
T2	3	29	48	89	39	6	40,7	Kerge
T3	3	28	63	86	37	6	23,4	Kerge
T4	1	9	20	85	20	6	12,1	Kerge
T5	2	15	24	83	20	6	18,9	Kerge
T6	6	35	69	91	31	6	60,2	Raske
T7	5	152	284	87	51	6	51,5	Raske
T8	4	107	259	81	30	7	42,7	Raske
T9	3	154	213	95	25	6	39,8	Raske
T10	8	13	33	85	60	6	111,7	Raske

Koostetoodete hindamisel meetodiga ART said uuritavate poolt füüsiliselt kergena välja toodud toodetest kaks skoori alusel kõrge riskihinde (T1 ja T2) ning kolm keskmise riskihinde (T3, T4, T5). Kergete toodete skoorid jäid vahemikku 14...22. Uuritavate poolt füüsiliselt raskeks märgitud koostetoodet said kõik kõrge riskitaseme, skoorid jäid vahemikku 24...36. Selle meetodi alusel sai kõige kõrgema riskiskoori toode T6 ja kõige madalama riskiskoori toode T4. Detailsemad hindamistulemused meetodiga ART Tool on välja toodud tabelis 12.

ARTi puhul sai hinnatavatest teguritest kõige enam kõrgeid skoori jõukasutus (tegur B), mis andis olulise panuse lõppskoori kõrgetes tulemustes. Teistest teguritest oluliselt rohkem kõrgeid skoori sai ka käe aktiivsus (tegur A1), pooled tooted hinnati selle teguri osas kõrge skooriga.

OCRA Checklistiga välja valitud toodete hindamisel said töötajate poolt füüsiliselt kergeks hinnatud tooted kolmel juhul optimaalse riskitaseme ja kahel juhul piiripealse riskitaseme. Füüsiliselt kergeks hinnatud toodete riskiskoorid jäid vahemikku 2,5...8,2. Töötajate poolt füüsiliselt raskeks hinnatud tooted said ühel juhul piiripealse ja keskmise riskitaseme ning kolmel juhul kõrge riskitaseme. OCRA Checklistiga hinnates sai kõige madalama skoori

toode T1 (2,5) ja kõige kõrgema riskiskoori T10 (33,5). Detailsemad andmed on toodud tabelis 13.

Tabel 12. Hindamistulemused meetodiga ART; Hinnatavate tegurite selgitus on esitatud tabelis 2 ; ■ – madal riskitase, ■ – keskmine riskitase, ■ – kõrge riskitase; ■ - töötajate hinnangul füüsiliselt raske koostetööde.

Toode	Hinnatavad tegurid											Skoor
	A1	A2	B	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3	
T1	6	3	0	2	2	2	1	1	4	1	0	22
T2	3	0	8	1	0	2	1	1	4	0	0	20
T3	3	0	8	1	0	2	1	1	4	0	1	21
T4	6	0	0	1	0	2	0	1	4	0	0	14
T5	3	3	0	1	0	2	0	1	4	0	1	15
T6	6	3	15	1	1	2	1	1	4	2	0	36
T7	3	0	15	1	1	2	1	1	4	1	2	31
T8	3	0	8	1	1	2	1	1	4	1	2	24
T9	6	3	8	2	0	2	1	2	4	1	0	29
T10	6	3	15	0	0	2	1	1	4	2	1	35

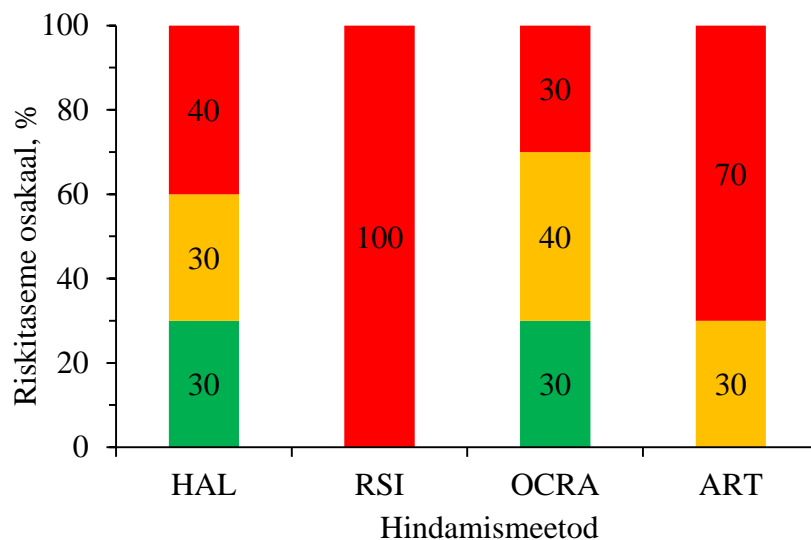
Tabel 13. Hindamistulemused meetodiga OCRA Checklist; T – kestus, P – puhkepausid, F – liigutuste sagedus, J – jõupingutus, ■ – optimaalne riskitase, ■ – piiripealne riskitase, ■ – keskmine riskitase, ■ – kõrge riskitase.

Toode	T	P	F	J	Õlg	Küünar-nukk	Ranne	Kämmal	Mono-toonsus	Lisa	Skoor
T1	0,95	1,33	0	0	2	1	1	2	0	0	2,5
T2	0,95	1,33	2	1	2	1	1	3,5	0	0	8,2
T3	0,95	1,33	0,5	1	2	1	1	1	0	0	3,2
T4	0,95	1,33	0,5	0	2	1	1	2	0	0	3,2
T5	0,95	1,33	3	0	2	1	1	3,5	0	0	8,2
T6	0,95	1,33	1	16	2	1	1	2	0	0	24,0
T7	0,95	1,33	1	16	2	1	1	1	0	0	24,0
T8	0,95	1,33	0,5	2	2	1	1	2	0	1,5	7,6
T9	0,95	1,33	4	1	2	1	1	4	0	0	11,4
T10	0,95	1,33	0,5	24	2	1	1	2	0	0	33,5

3.4 Hindamistulemuste võrdlus

Hinnatud koostetööde riskitasemete osakaalu võrdlus on välja toodud joonisel 17. Kõige rohkem kõrget riskitaset määrati hindamismeetodiga RSI ning üle keskmise kõrged skoorid on saadud ka ART hindamismeetodit kasutades (70% tulemustest). HALi ja OCRA

hindamismeetodite puhul on kõrged riskiskoorid saanud vastavalt 40% ja 30% hindamistest ning mõlema meetodi puhul on 30% hindamistulemustest saanud madala riskiskoori.



Joonis 17. Hinnatud koostetööde riskiskooride osakaalu võrdlus erinevatel meetoditel. ■ - madal riskiskoor, ■ - keskmine riskiskoor, ■ - kõrge riskiskoor.

Riskitasemete ühtlustamise järgselt on toodete riskitasemed meetodite kaupa visualiseeritud tabelis 14.

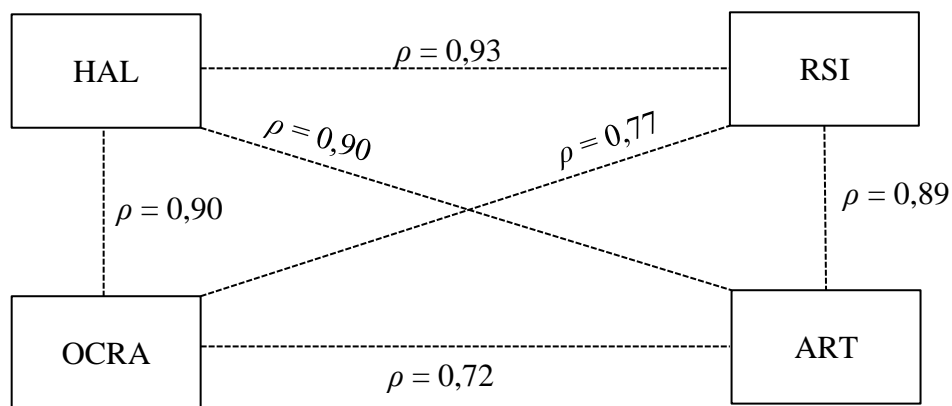
Tabel 14. Ühtlustatud riskitasemed toodete ja meetodite kaupa; ■ - madal riskiskoor, ■ - keskmine riskiskoor, ■ - kõrge riskiskoor.

Toode	Töötajate hinnang	HAL	RSI	ART	OCRA
T1	■	■	■	■	■
T2	■	■	■	■	■
T3	■	■	■	■	■
T4	■	■	■	■	■
T5	■	■	■	■	■
T6	■	■	■	■	■
T7	■	■	■	■	■
T8	■	■	■	■	■
T9	■	■	■	■	■
T10	■	■	■	■	■

Kõigi meetoditega hinnates said kõrge riskitaseme kolm toodet (T6, T7 ja T10), keskmises ja madalas riskitasemes toodete võrdluses kõigi meetoditega rohkem kattuvusi ei olnud. HALi ja RSI puhul kattusid 4 toodet sama riskitaseme osas, HALi ja ARTi puhul kattusid

viie toote riskitsemised ning HALi ja OCRA puhul 7 toote riskitasemed. RSI ja ARTi puhul kattusid seitsme toote riskitasemed ning RSI ja OCRAi kolme toote riskitasemed. ARTi ja OCRA võrdluses saadi sama riskitase nelja toote puhul. Töötajate hinnang toodete raskusastmele kattus kõige paremini HAL meetodiga (7 kattuvust) ja OCRA meetodiga (6 kattuvust).

Koostetööde ergonoomikaliste hindamistulemuste korrelatsioonanalüüsist tuli välja, et kõigi meetodite tulemuste vahel oli olemas statistiliselt oluline seos ($p < 0,05$). Korrelatsioonanalüüsi tulemused on visualiseeritud joonisel 18.



Joonis 18. Hindamistulemuste korrelatsioonanalüüs. Seosed $p < 0,05$. ρ – Spearmani korrelatsioonikordaja; p – olulisustõenäosus.

Kuna Spearmani korrelatsioonikordaja hindab seose tugevust väärtuste astakute ehk järjekorranumbrite vahel näitab joonisel 18 toodud analüüs, millisel määral ühtib meetodite lõikes koostetööde järjestus riskiskoori alusel. Ilmneb, et kõige tugevamalt on teiste meetodite koostetööde järjestus seotud meetodiga HAL saadud järjestusega. Kõige nõrgem seos olid hindamismeetodite ART ja OCRA vahel.

ARUTELU

Uuritavate uuringusse kaasamise kriteeriumiks oli tööstaaž ettevõttes vähemalt üks aasta, mis võiks olla piisav aeg, et tekiks vilumus toodete kootamisel ja ühtlasi hinnata tööst tulenevat mõju uuritavate luu- ja lihaskonna vaevustele. Ankeetküsimustikele vastas 47 koosteoperaatorit, sedavõrd kõrge vastamismäär (82%) põhjuseks võib olla asjaolu, et uuritavate luu- ja lihaskonna vaevustele pole varasemalt sellisel kujul tähelepanu pööratud ning probleeme on püütud tööandja ja/või töötervishoiuarsti eest pigem varjata, kuid antud uurimustöö andis võimaluse anonüümselt anda tagasisidet. Valdav enamus vastajatest olid naised (81%). Uuritavate keskmine vanus oli 43 ± 13 eluaastat ja keskmine tööstaaž uuritavas ettevõttes $7 \pm 5,1$ aastat, mis on turunduse- ja värbamisagentuuri Brandem Baltic OÜ poolt 2019 aastal tehtud analüüsi põhjal (Heil, 2019) saadud Eesti keskmisest tööstaažist ühe tööandja juures (3 aastat ja neli kuud) oluliselt pikem.

Uuritavatest üle poole oli kas ülekaalus või rasvunud. See kattub Euroopa Liidu 2014 aasta andmetega, mille põhjal 51,5% populatsioonist on ülekaalulised (Crawford & Davis, 2020) ja kõrgema kehamassiindeksiga töötajatel on uuringute kohaselt kõrgem risk luu- ja lihaskonna vaevuse tekkeks (B. R. Da Costa & Vieira, 2010; Viester et al., 2013). Käesolevas uurimistöös küll ei leidnud kinnitust, et töötajate kehamassiindeksil oleks olnud seost kaardistatud luu- ja lihaskonna vaevustega (tabel 10), kuid Viester et al. (2013) uurimusest tuli välja, et nii selja, kaela kui ka õlaprobleemid olid seotud uuritavate rasvumisega ning nii üla- kui ka alajäsemete vaevustel oli märkimisväärne seos töötajate ülekaalu ja rasvumisega.

Pool (51 %) uuritavatest märkis, et nad võtavad keskmiselt ainult ühe puhkepausi tööpäeva jooksul ning 15% ei võta üldse puhkepause. Kuna ettevõttes on lõunapaus kõigile tagatud ja osakonnad on lõuna ajal tühjad, siis võib olla vastuseid mõjutanud uuritavate arusaamine küsimusest ja võis juhtuda, et osad vastanutest ei võtnud lõunapausi pausidena arvesse, kuigi märkida tuli kõik vähemalt 10 min pikkused pausid. Siiski võib sellest tulemusest järeldada, et uuritavas ettevõttes koosteoperaatorite üle 10 minuti pikkuste pauside arv tööpäevas jääb alla kahe, mis füüsilist pingutust nõudva töö puhul ei pruugi olla piisav taastumiseks.

Tulemustest (tabel 11) on ka näha, et kõigi toodete koormustsükkel oli üle 80%, seega ei ole töötajatel ka koosteoperatsioonide keskel mikropause, mis võimaldaks taastumist. Füüsilisest pingutusest ebapiisav taastumine on üks oluline füüsilise ülekoormuse tekke põhjus (Lin et al., 2012; Sommerich et al., 1993). Väheste puhkepauside võtmise põhjuseks võib olla nii töö masinatel (masin dikteerib töötempo ja kindel asendaja on planeeritud ainult lõunapausiks), soov täita koostenorme (aeglasemate operaatorite jaoks võib see olla üle jõu käiv) või koostada tooteid üle normi, mis tagab töötajale lississetuleku. Tööandja kohus on tagada, et töötajad võtaksid piisavalt puhkepause ja see ei ohustaks nende tervist, vastav nõue on üldisel kujul olemas ka Töötervishoiu ja tööohutuse seaduses.

Luu- ja lihaskonna vaevuste kaardistus koosteoperaatorite seas andis ülevaate, kas, mil määral ja millistes piirkondades vaevusi esineb (joonised 13, 14, 15 ja 16). Uurimistööst selgus, et valdav enamus koosteoperaatoritest tundis vähemalt ühes kehapiirkonnas valu vastamisele eelnenud tööpädalal, nendest kolmandik hindasid valu vähemalt ühes kehapiirkonnas kõrgeks ja kolmandikku häiris valu töö tegemist olulisel määral. Seitse töötajat (16%) olid märkinud, et neil esines keskmiselt neljas kehapiirkonnas igapäevaselt suur valu või ebamugavus, mis mõjutas nende tööd olulisel määral. Võrdluseks - de Kok et al. (2019) andmetel esines 2008 aastal Euroopa Liidus 66% tootmise ja masina operaatoritest (sh koostetöötajad) vähemalt üks luu- ja lihaskonnaga seonduv vaevus. Kolmveerandil vastanutest esines vaevusi rohkem kui kahes kehapiirkonnas ja üle pooltel vastanutest rohkem kui viies piirkonnas. Seega töötab suur osa operaatoritest igapäevaselt väiksemate või suuremate valudega, mis on tööst põhjustatud ja mis segab nende töö tegemist. Kuna ülekoormushaigused kujunevad välja pikema aja jooksul ja pidev suur valu võib viidata juba väljakujunenud ülekoormushaigusele (Kroemer, 1989), siis võib eeldada, et operaatorid eiravad valu ja jätkavad sellest hoolimata samal töökohal. Seda kinnitavad ka uurimused, et vaatamata luu- ja lihaskonna vaevustele jätkatakse töökohustuste täitmist (Malmberg-Ceder et al., 2017).

Kehapiirkondade järgi jaotatuna esines töötajatel kõige rohkem vaevusi alaseljas, jala labades, kaelas, paremas randmes ja õlas (joonis 15). Jansen et al. (2012) analoogsest uurimuses koostetöötajatega olid tulemused analoogsed parema ülajäseme ja alaselja vaevuste osas. Jansen et al., (2012) tulemuste peamised erinevused tulenesid kõrgeast kaela vaevuste osakaalust (44%) versus käesoleva uurimistöö suhteliselt tagasihoidlik tulemus (5,3%). Vastukaaluks ei esinenud Jansen et al. (2012) töös olulisel määral jala labade

vaevusi, mis käesolevas töös tõusid tugevalt esile. Jala labade suur vaevuste arv on tõenäoliselt seotud peamiselt seistes tehtava tööga, ebasobiva põrandapinna või ebasobivate jalanõudega ja uuringute erinevus tuleneb tõenäoliselt asjaolust, et Janseni ja kaastöötajate uurimistöös olid töötajate töötingimused erinevad – töötajad said teostada tööoperatsioone istudes, mida käesolevas uurimuses osalenud uuritavad teha ei saa. Uuritavas ettevõttes on koosteoperaatorite istumisvõimalused minimaalsed, kuna enamiku tööde puhul pole istumine võimalik. Seistes tehtav töö, aga ka sundasendid ja -liigutused ja raskuste teisdamine põhjustavad vaevusi alaseljas. Nii alajäsemete kui ka alaselja vaevuste leevendamisel on seega oluline roll seismist kergendavate mattide kasutamise, aga ka istumisvõimaluste parandamisel (nt nõjatumiseks mõeldud toolid), jalatugedel ja sobivate tööjalanõude leidmisel. Kaelavaevuste peamiseks põhjuseks on ilmselt sundasendid ja ülajäsemete vaevusi võivad põhjustada korduvliigutused, sundasendid ja jõukastutus. Uurimistööst selgus, et valu esinemise sageduse, valu suuruse ja töö häirivuse hinnangute põhjal leitud valuskooride jaotus piirkonniti (joonis 15) viitab olulistele probleemidele paremas ülajäses, mille täpsemad põhjused vajavad täiendavaid hindamisi. Samuti näitas ainult kätele keskendunud (joonis 16) küsitlus, et kolmveerand vaevustest oli paremal pool, seega ergonoomikaline hindamine keskenduski parema ülajäseme hindamisele, mis oli valdaval enamusel ka juhtiv käsi. Jansen et al., (2013) uuringus koondus samuti suurem osa vaevusi just paremasse kätte aga oluline erinevus kahe uuringu vahel tuleneb sellest, et kui võrdluseks toodud uuringu puhul oli 79% vaevustest paremas randmes ja ülejäänud käe osad ei tõusnud esile, siis käesoleva uuringu puhul jaotusid vaevused üle terve parema käe (joonis 16). Erinevus tuleneb ilmselt tööoperatsiooni spetsiifikast - Jansen et al., (2013) uuringus osalenud koosteoperaatorid kasutasid enamus tööpäevast pneumaatilist kruvikeerajat, siis käesolevas uuringus osalejad roteeruvad erinevate toodete koostamise vahel ja pneumaatilist kruvikeerajat igapäevaselt ei kasuta.

Uuritavate käest paluti tagasisidet ka nende tööoperatsioonide osakaalu kohta viimase aasta jooksul, kuna nad töötavad erinevates osakondades, erinevatel ülesannetel ja osa neist roteeruvad. Uuringust selgus, et pool vastanutest tegeles peamiselt toodete kontrollimise ja pakkimisega, 15 % tegeles peamiselt toodete koostamisega ja kolmandik roteerus toodete koostamise ja kontrollimise ning pakkimise vahel. Kuna toodete koostamisega kaasneb suuremal määral jõu kasutamist ja korduvaid liigutusi, siis võiks eeldada, et ainult seda tööd teostavad operaatorid on vaevuste poolest kehvemas seisus siis uuring paraku ei leidnud peamiste vaevustega kehapiirkondade ja koosteoperatsioonide osakaalu vahel seost. Ainus

erinevus tuli välja parema õla korral, kus vaevusi on vähem nendel töötajatel, kes roteeruvad erinevate tööoperatsioonide vahel. Sarnase seose puudumise põhjuseks teistes kehapiirkondades võib pidada asjaolu, et töötervishoiu arsti poolt piirangutega töötajad juba on suunatud lihtsamale tööle, ehk siis nad tegelevad peamiselt toodete kontrollimise ja pakkimisega, aga kuna neil on juba varasemast tekkinud käte vaevused, siis ka see väiksem koormus toodete käsitlemisel tekitab siiski valu. Samuti on ettevõtte võimaluste piires võtnud arvesse töötajate soove, millises osakonnas nad soovivad töötada, seega on olnud võimalus valida tööloik, mis töötaja jaoks on sobivam.

Individuaalsetest tegurite analüüsil leiti, et vanuse suurenemisega suurenes kogu keha vaevuste hulk aga ei olnud seost konkreetsete kehapiirkondade vaevustega. Crawford & Davis, (2020) ülevaatest selgub samuti, et kõrgemaealistel on luu- ja lihaskonna vaevuste esinemine sagedasem, mille põhjuseks võib olla asjaolu, et vanemate töötajate kokkupuude ohuteguritega on pikemaajalisem või toimuvad vananemisega kaasnevad muutused, nagu näiteks lihasjõu ja liigeste paindlikkuse vähenemine. Käesolev uurimus leidis kasvu ja valu skoori vahel negatiivse seose, mis tähendab, et pikematel töötajatel oli alaseljas, jalalabades ja ka kogu kehas vaevusi vähem. Antud leidu võib ehk põhjendada asjaolu, et enamasti on pikemad töötajad mehed, kellel lihasjõudu reeglina naistest rohkem, kuid antud leid vajab siiski täiendavat uurimist.

Ergonoomikaliste hindamismeetodite valikul lähtuti asjaolust, et suur osa vaevustest oli paremas ülajäsemes, mille põhjused vajavad põhjalikumat uurimist edasistel hindamistel, seega välistati meetodid, mis keskendusid ka muudele piirkondadele. Ankeetküsimustikus töötajate poolt sisendina antud koostetooteid hinnati valitud meetoditega, kõige paremini ühtisid töötajate poolt antud subjektiivsed hinnangud toote koostamisoperatsiooni füüsilisele raskusele HAL meetodi ja OCRA meetodiga, kõige enam läksid töötajate hinnangud hindamistulemustest lahku Revised Strain Index meetodi tulemustes, mille põhjal kõik hinnatud tooted said nn punase riskiskoori ehk on meetodi alusel tõenäoliselt ohtlikud tööoperatsioonid. Selle põhjuseks on ilmselt asjaolu, et RSI meetodil on ainult kaks hindamise kriteeriumit (ohutu/ ohtlik) ja puuduvad vahepealsed riskihinnangud. Kõige kõrgema riskiskoori osas ühtisid OCRA, HALi ja Strain Indekxi tulemused, ainult ARTi puhul sai kõrgeima hinde erinev toode.

Koosteoperatsioonide hindamistulemuste korrelatsioonanalüüsist selgus, et kõigi hinnatud omavaheliste meetodite vahel on olemas statistiliselt oluline seos. Kõige tugevam seos leiti HALi ja RSI vahel, aga samuti HALi ja OCRA ning HALi ja ARTi vahel. Kõige nõrgem seos oli OCRA ja ARTi vahel. Võrreldes analoogse uuringuga (Motamedzade et al., 2018a), leiti toona, et kõige tugevam seos oli just ARTi ja OCRA vahel ning OCRA ja HALi vaheline seos oli kõige nõrgem. Käesoleva uurimistöö seosed olid Motamedzade et al. (2018b) uuringuga võrreldes siiski mõnevõrra kõrgemad ja OCRA ning ARTi vaheline seose tugevus samaväärne. Kahe uuringu erinevus võib tulla asjaolust, et võrdlevas uurimuses (Motamedzade et al., 2018a) kasutati mõnevõrra erinevat HALi riskitasemete määramist ja käesolevas uurimistöös kasutatud riskitaseme määramine (tabel 8) andis parema kattuvuse teiste meetoditega.

Senised ülajäsemete hindamismeetodite võrdlused (Chiasson et al., 2012; S. Costa, 2015; A. Garg et al., 2012; Lavatelli et al., 2012; Motamedzade et al., 2018b, 2018a) keskendusid pigem valiidsusele ja reliaablusele. Vähem on tähelepanu pööratud meetodi rakendamiseks kuluva ajale, mis on praktiku seisukohalt oluline aspekt. Eliasson et al. (2015) oma uurimuses keskendus aga ergonoomide käest hindamismeetodite osas tagasiside küsimisele, kus tuli anda subjektiivne hinnang kasutamise lihtsusele, kiirusele, andmete esitamisele ja kommunikeerimisele, meetodi tundma õppimisele ja erinevate ülesannete jaoks kasutatavusele ning kas meetod annab hea baasi sekkumistegevuste ettepanekuteks. Kokkuvõttes arutati välja iga meetodi kohta keskmine skoor ja anti ülevaade ka hindamismeetodile kuluvast ajast (Eliasson et al., 2015). Ettevõtte seisukohast on oluline ka see, kas alustada sekkumistegevustega kõige kõrgema riskitasemega töölõikudest või nendest, mis moodustavad enamiku tööajast.

Uurimistöö eesmärgiks oli koostada ajasäästlik ja koostetööde hindamiseks sobiv ülekoormuse riski hindamise protseduur, millega järjestada koostetööd nende riskitasemete ja ergonoomikaliste sekkumiste vajaduste alusel. Analüüsis kasutatud neljast meetodist kõige lihtsam ja kiirem on vaieldamatult HAL meetod, mis esmapilgul tundub liiga lihtne ning ei võta arvesse kõiki tegureid, mida hinnatakse nt OCRA või ART meetodiga, kuid näitas antud uurimistöö põhjal väga head kattuvust nii töötajate subjektiivsete hinnangutega koostetööde füüsilisele raskusele, omas korrelatsioonalanüüsi põhjal tugevat seost kõigi teiste meetoditega, sealhulgas OCRA Checklistiga, mis on ühe kõige usaldusväärsemaks peetava meetodi, OCRA indeksi, lihtsustatud variant. Seega kõige ajasäästlikuma ja esmase

valikuna võiks kasutada HAL meetodit. Ka OCRA Checklist näitas head tulemust võrdluses töötajate enda subjektiivse hinnanguga koostööde füüsilisele raskusele, kuid hoolimata sellest, et OCRA Checklist on omajagu kiirem ja lihtsam kui OCRA Index, siis selle täitmine on võrreldes teiste meetoditega oluliselt ajakulukam ja vajab kindlasti eelnevat koolitust. Oma visuaalsuse ja kasutusjuhendi lihtsuse poolest paistis kõige rohkem teiste seas silma ART meetod, mis erinevalt teistest annab võimaluse valgusfoorimeetodil hinnata ka iga üksiku teguri riskitaset ja tegeleda just selle üksiku teguriga, mis sai kõrge skoori. Siiski vajaksid meetodi kriteeriumid siiski mõningast korrigeerimist, et need kattuks paremini nii töötajate enda hinnangutega koostööde füüsilisele raskusele kui ka nt OCRA Checklisti tulemustega. Töö autori hinnangul on ART meetodi kõige nõrgem koht hetkel jõukasutuse hinnang – kuna juhendis antud kriteeriumid jätsid liiga palju tõlgendusruumi ja töö autoril tuli vastavalt tabelis 7 (lk 27) kirjeldatud viisil numbrilisi väärtusi muuta, siis jaotusid kõik tööd, millele anti Borgi skaalal jõuhinnang kaks või vähem „rohelineks“ ehk ohutuks ja jõuhinnang kolm või rohkem automaatselt punaseks ehk ohtlikuks sest kõigi tööde puhul oli koormustsükkel üle 80%. Samas Borgi skaalal antud hinnang maksimaalsele jõukasutusele toote koostamisel ei tähenda, et sellist jõudu rakendati terve koostetöö vältel ning võimalik, et sedavõrd kõrged skoorid jõukasutuse hindamismatriksis on üle hinnatud. Suur riskihinne jõukasutuse osas oli peamine põhjus, miks suur osa toodetest sai kokkuvõttes kõrge riskiskoori. Eliasson et al. (2015) uurimuses välja toodud tulemuste alusel peavad ergonoomid siiski ART ja OCRA meetodite võrdluses oluliselt paremini kasutatavaks ART meetodit, mis 5-palli skaalal sai 4 palli versus OCRA 2,8 palli, keskmisel hindamiseks kulunud ajal ei olnud märkimisväärt erinevust kuid ART oli siiski natuke kiirem. Revised Strain Indeks oli küll OCRAst ja ARTist kasutatavuse poolest mõnevõrra kiirem ja lihtsam kuid kuna riskihindamise tasemeid oli ainult kaks ja meetod hindas kõik tooted ohtlikuks, siis ei ole see kõige sobivam valik toodete klassifitseerimiseks ergonoomikalise sekkumise vajaduse alusel. Kõige rohkem riskitasemeid oli kasutatud OCRA Checklistis, mis viie riskitasemega annab teistest meetoditest parema võimaluse tooteid ergonoomikaliste sekkumiste alusel klassifitseerida.

Tootepõhiste koosteoperatsioonide ergonoomikaliste hindamiste puhul on oluline leida ajasäästlik ja nende tööde hindamiseks sobiv protseduur, mis võimaldaks tooted ergonoomikalise sekkumise vajaduse alusel järjestada. Tuginedes magistritöö tulemustele ja analüüsidele, võiks uuritavas ettevõttes viia sisse järgneva toodete hindamise protseduuri:

- 1) Toodete koosteoperatsioonide hindamine koosteoperaatorite poolt (füüsiliselt kerge või füüsiliselt raske). See annab töötaja poolse esmase hinnangu, kas tooted vajavad täiendavat hindamist või mitte. Ka käesoleva uurimistöö tulemustest tuleb välja, et töötajate hinnangud kattusid osaliselt meetodite hindamistulemustega. Ettevõtte paberivaba aruandlus puutetundlike kuvarite vahendusel annaks operaatorile võimaluse sisestada koos toote koostamise järgse aruandlusega ka hinnangu, kas töö on füüsiliselt raske või kerge. Kui koostamine on töötaja hinnangul füüsiliselt raske, tuleks anda hinnang ka jõupingutusele Borgi skaalas. Täpsemad kriteeriumid tuleb kokku leppida vastava osakonna juhtide ja arendusosakonnaga. See annaks esmase sisendi, milliseid tooteid tuleb täiendavalt hinnata. Ettevõtte intraneti süsteem võimaldab toodete andmebaasi lisada rea hinnangute kohta või saata automaatseid teavitusi hindamisvajaduse kohta. Kuna ühe töötaja hinnang toote koostamise füüsilisele koormusele ei pruugi olla piisav, siis peaks saama iga toote kohta vähemalt viie operaatori hinnangu, enne kui kujuneb koondhinnang. Kuna antav hinnang on subjektiivne, siis tuleb hindamiseks võtta kõik tooted, mille puhul vähemalt üks töötaja on märkinud toote koostamise raskeks.
- 2) Töötajate hinnangul füüsiliselt raskete koostetoodete ergonoomikaline hindamine HAL meetodil. Kuna HAL näitas antud uurimistöös väga head seost teiste meetoditega, hindamistulemused joonise nr 18 põhjal kattusid hästi ka töötajate enda hinnangutega koostetööde raskusastmele ja tegu oli kõige kiirema hindamismeetodiga, siis peaks see olema esimene valik ergonoomikaliste hindamiste teostamisel. Kui HAL meetodi alusel tulemus jääb kõrgemale rakendusväärtusest, siis võib see viidata, et toote koostamine võib põhjustada füüsilist ülekoormust ning täpsemaks uurimiseks peaks kasutama põhjalikumat hindamismeetodit.
- 3) Täiendavat hindamist vajavate toodete ergonoomikaline hindamine OCRA Checklist meetodit kasutades, et saada parem ülevaade probleemsetest teguritest.
- 4) Tööoperatsioonide kirjeldust peaks tegema edaspidiste hindamiste korral skemaatiliselt, et oleks võimalik võrrelda mitut operaatorit/ võimalik teostada korduvat hindamist, info säilitamine on vähem ajamahukam ja ei teki videosalvestiste säilitamisel isikuandmete käitlemise küsimusi.

KOKKUVÕTE

Luu- ja lihaskonna vaevused on väga laialdaselt levinud nii Eestis kui ka mujal maailmas. Uuritavas ettevõttes puudus ülevaade, kas või mil määral on koosteoperaatorite tervist mõjutanud koostetööde teostamine, samuti puudub füsioloogiliste ohutegurite hindamine koostetööl, kuna toodete arv on suur ja hindamised ajamahukad.

Uurimistöö tulemused näitasid, et valdav enamus koosteoperaatoritest tundsid vastamisele eelnenud tööädala jooksul valu vähemalt ühes kehapiirkonnas, nendest veerand hindasid valu suurust vähemalt ühes kehapiirkonnas kõrgeks ning veerandit häiris valu töö tegemist olulisel määral. Kaardistatud vaevustest kõige suurema osa moodustasid valud alaseljas, jala labas ning viiendik vaevustest oli koondunud paremasse ülajäsemesse. Koostetöötajatel esines olulisel määral valu veel alaseljas ja jala labades, mida võib seostada peamiselt seistes tehtava tööga. Valud ülajäsemetes olid seotud peamiselt õla, õlavarre ja randme vaevustega ning nende põhjused vajavad täiendavat uurimist.

Kuna vaevuste kaardistamisest tuli välja, et oluline osa vaevustest koondus paremasse ülajäsemesse, siis valiti edasisteks ergonoomikalisteks hindamisteks meetodid, mis keskendusid ainult ülajäsemete hindamisele. Kirjanduse analüüsi põhjal valiti hindamisteks välja neli meetodit: HAL, Revised Strain Index, ART ja OCRA.

Koostetoodete ergonoomikaliseks hindamiseks valiti ankeetküsitluse tagasiside põhjal kümme toodet, millest viis olid töötajate hinnangul neile füüsiliselt kerged koostada ja viis olid füüsiliselt rasked koostada. Kõiki kümnet toodet esmalt filmiti ja seejärel teostati ergonoomikalased hindamised kõigi nelja meetodiga.

Koostetoodete ergonoomikalisest hindamiste tulemuste analüüsist ja võrdlusest selgus, et töötajate subjektiivse hinnanguga ühtisid kõige paremini ühtisid meetodite HAL ja OCRA hindamistulemused. Meetodite omavahelises võrdluses näitas kõigi teiste meetoditega kõige tugevamat seost meetodi HAL tulemuste järjestus.

Tuginedes uurimistöös saadud tulemustele, koostati uuritava ettevõtte jaoks füüsilise ülekoormuse riski hindamise protseduur, et oleks võimalik edaspidi hinnata koostetööde füüsilise ülekoormuse riski ajasäästlikult:

- 1) Töötajate subjektiivse hinnangu küsimine koosteoperatsiooni füüsilisele raskusele
- 2) Töötajate hinnangul füüsiliselt raskete toodete esmane hindamine meetodiga HAL, millega hindamine oli rakendatud meetoditest kõige kiirem.
- 3) Kui HAL meetodi hinnang ületab rakendusväärtuse, siis teostada põhjalikum hindamine OCRA Checklisti abil, mis annab võimaluse välja selgitada probleemsed tegurid.

Magistritöö eesmärk, koostada ajasäästlik ja koostetööde hindamiseks sobiv ülekoormuse riski hindamise protseduur, mille abil järjestada koostetööde ergonoomikaliste sekkumiste vajadus, sai täidetud.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Avi, I. (2018). *Tööga seotud luu-ja lihaskonna ülekoormushaigestumiste ennetamine*. Tööinspektsioon.
https://www.ti.ee/fileadmin/user_upload/failid/dokumendid/Meedia_ja_statistika/Truekised/TI_luu-ja-lihaskond_EST.pdf
- Avi, I. (2019). *Tööga seotud ülekoormushaigused ja tööandja ennetustegevus*.
<https://view.genial.ly/5ce41d10482f4d0f41fb1578/learning-experience-didactic-unit-tooandja-ennetustegevus>
- Bevan, S. (2015). Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 29(3), 356–373.
<https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.08.002>
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16, 55–58.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2019). *Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs)*. <https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>
- Chiasson, M. È, Imbeau, D., Aubry, K., & Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(5), 478–488.
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.07.003>
- Colombini, D., & Occhipinti, E. (2016). *Risk Analysis and Management of Repetitive Actions. A Guide for Applying the OCRA System (Occupational Repetitive Actions)*. Third edition (3rd ed.). <https://doi.org/10.1201/9781315382678>
- Cornell University Ergonomics Web. (n.d.). *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ)*. <https://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>
- Costa, S. (2015). *Comparison between methods of assessing the risk of musculoskeletal disorders on upper limb extremities: a study in manual assembly work* [Universidade do Minho Escola de Engenharia]. <http://hdl.handle.net/1822/39342>
- Crawford, J. O., & Davis, A. (2020). Work-related musculoskeletal disorders: why are they still so prevalent? Evidence from a literature review. In *Reports*. <https://doi.org/0.2802/749976>
- Da Costa, B. R., & Vieira, E. R. (2010). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(3), 285–323. <https://doi.org/10.1002/ajim.20750>
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related

- musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190–199.
<https://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>
- de Kok, J., Vroonhof, P., Snijders, J., Roullis, G., Clarke, M., Peereboom, K., van Dorst, P., & Isusi, I. (2019). *Luu- ja lihaskonna vaevustega seotud faktide ja arvude ülevaade: luu- ja lihaskonna vaevuste esinemissagedus, kulud ja demograafilised andmed ELis*.
- Dempsey, P. G., Lowe, B. D., & Jones, E. (2019). An international survey of tools and methods used by certified ergonomics professionals. *Springer Nature Switzerland*, 820, 223–230.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-96083-8_30
- Diego-Mas, J., Alcaide-Marzal, J., & Poceda-Bautista, R. (2017). Errors Using Observational Methods for Ergonomics Assessment in Real Practice. *Human Factors*, 59(8), 1173–1187.
- Eliasson, K., Nyman, T., & Forsman, M. (2015). Usability of six observational risk assessment methods. *Triennial Congress of the IEA, August*, 2–3.
- Euroopa Tööohutuse ja Töötervishoiu Amet. (n.d.). *Luu- ja lihaskonna vaevused*.
<https://osha.europa.eu/et/themes/musculoskeletal-disorders>
- Ferreira, J., Gray, M., Stanley, L., & Riley, D. (2008). Development of an inspectors` assessment tool for repetitive tasks of the upper limbs. In *Contemporary Ergonomics*.
- Garg, A., Kapellusch, J., Hegmann, K., Wertsch, J., Merryweather, A., Deckow-Schaefer, G., & Malloy, E. J. (2012). The Strain Index (SI) and Threshold Limit Value (TLV) for Hand Activity Level (HAL): Risk of carpal tunnel syndrome (CTS) in a prospective cohort. *Ergonomics*, 55(4), 396–414. <https://doi.org/10.1080/00140139.2011.644328>
- Garg, Arun, Moore, J. S., & Kapellusch, J. M. (2017). The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model. *Ergonomics*, 60(7), 912–922.
<https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1237678>
- Grant, K. A. (2012). Job Analysis. In D. M. Amit, Bhattacharya; James (Ed.), *Occupational Ergonomics: Theory and Applications, Second Edition* (2nd ed., pp. 273–292).
- Grooten, W. J. A., & Johanssons, E. (2018). Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders. A Scoping Review. *Revista Ciencias de La Salud*, 16(SPE), 8–38.
<https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/6840>
- Health and Safety Executive. (2010). *Assessment of repetitive tasks of the upper limbs (the ART tool). Guidance for employers*.
- Hedge, A., Morimoto, S., & Mccrobie, D. (1999). Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. *Ergonomics*, 42(10), 1333–1349.
<https://doi.org/10.1080/001401399184983>
- Heil, P. (2019). Töökohti vahetatakse üha sagedamini. *Äripäev*.
<https://www.aripaev.ee/arvamused/2019/03/27/paavo-heil-tookohti-vahetatakse-uha-sagedamini>

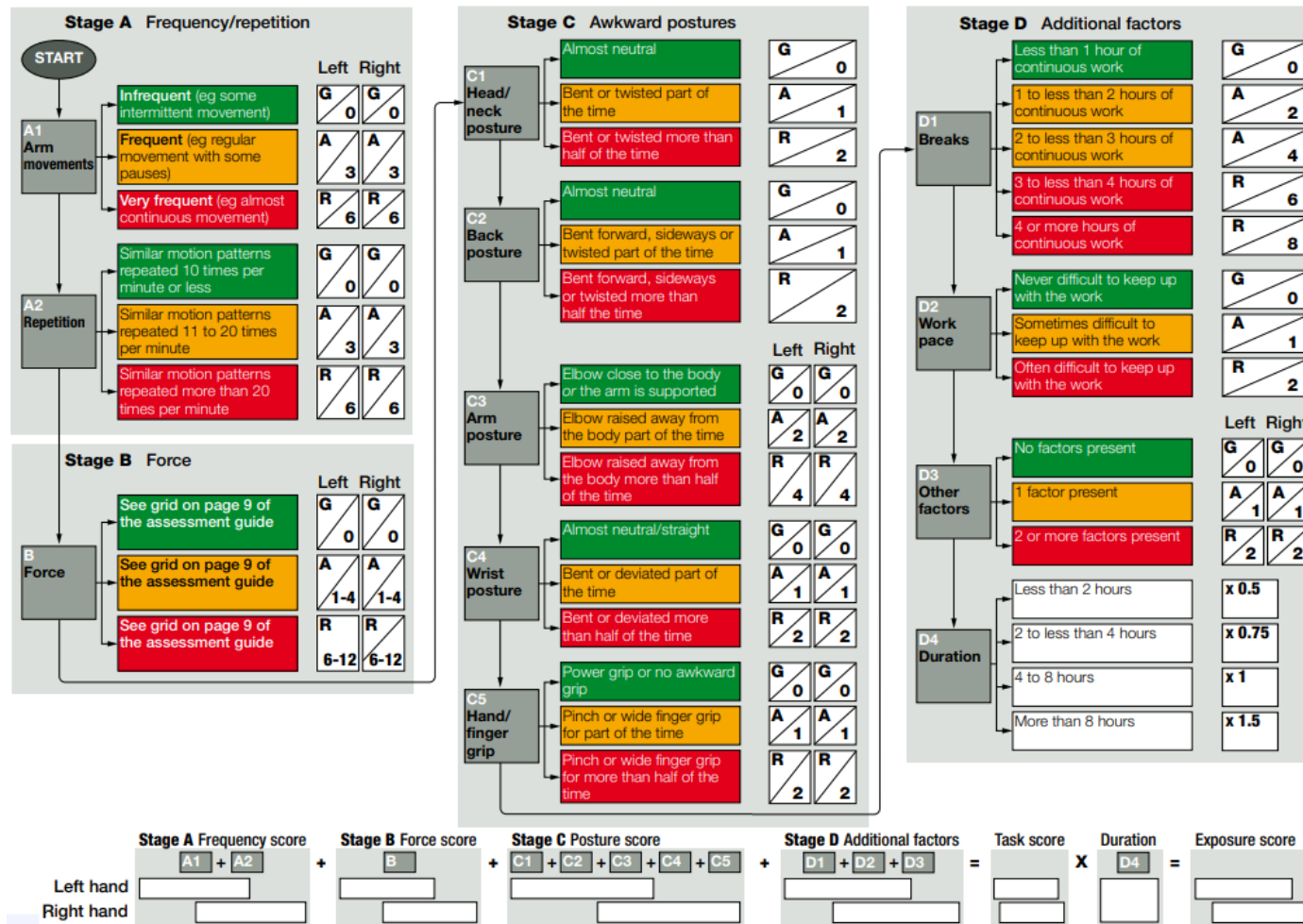
- Jansen, K., Luik, M., Reinvee, M., Viljasoo, V., Ereline, J., Gapeyeva, H., & Pääsuke, M. (2013). Hand discomfort in production assembly workers. *Agronomy Research*, 11(2), 407–412.
- Jansen, Kristjan, Luik, M., Reinvee, M., Viljasoo, V., Ereline, J., Gapeyeva, H., & Pääsuke, M. (2012). Musculoskeletal discomfort in production assembly workers. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 18, 102–110. <https://doi.org/10.12697/akut.2012.18.11>
- Joshi, M., & Deshpande, V. (2019). A systematic review of comparative studies on ergonomic assessment techniques. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 74, 102865. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102865>
- Kroemer, K. H. E. (1989). Cumulative trauma disorders: Their recognition and ergonomics measures to avoid them. *Applied Ergonomics*, 20(4), 274–280. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(89\)90190-7](https://doi.org/10.1016/0003-6870(89)90190-7)
- Latko, W. A., Armstrong, T. J., Foulke, J. A., Herrin, G. D., Rouborn, R. A., & Ulin, S. S. (1997). Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 58(4), 278–285. <https://doi.org/10.1080/15428119791012793>
- Lavatelli, I., Schaub, K., & Caragnano, G. (2012). Correlations in between EAWS and OCRA Index concerning the repetitive loads of the upper limbs in automobile manufacturing industries. *Work*, 41, 4436–4444. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0743-4436>
- Lin, Y. H., Chen, C. Y., & Cho, M. H. (2012). Influence of shoe/floor conditions on lower leg circumference and subjective discomfort during prolonged standing. *Applied Ergonomics*, 43(5), 965–970. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.01.006>
- Malmberg-Ceder, K., Haanpää, M., Korhonen, P. E., Kautiainen, H., & Soinila, S. (2017). Relationship of musculoskeletal pain and well-being at work – Does pain matter? *Scandinavian Journal of Pain*, 15(1), 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2016.12.003>
- Motamedzade, M., Mohammadiyan, M., & Faradmal, J. (2018a). Comparing of Four Ergonomic Risk Assessment Methods of HAL-TLV , Strain Index , OCRA Checklist , and ART for Repetitive Work Tasks. *Iranian Journal of Health, Safety & Environment*, 6(3), 1303–1309.
- Motamedzade, M., Mohammadiyan, M., & Faradmal, J. (2018b). Investigating Intra-Examiner and Inter-Examiner Reliability of Three Upper- Limb Risk Assessment Methods. *Iranian Journal of Health, Safety & Environment*, 6(2), 1267–1271.
- MTÜ ErgoEst. (2019). HAL. <http://www.ergonomika.ee/HAL>
- Nasrull Abdol Rahman, M., & Syafiq Abd Razak, N. (2016). Review on pen and paper based observational methods for assessing work-related upper limb disorders. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(S1). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9iS1/106822>
- Occhipinti, E. (1998). OCRA: A concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41(9), 1290–1311. <https://doi.org/10.1080/001401398186315>

- Occhipinti, E., & Colombini, D. (2007). Updating reference values and predictive models of the OCRA method in the risk assessment of work-related musculoskeletal disorders of the upper limbs. *Ergonomics*, 50(11), 1727–1739. <https://doi.org/10.1080/00140130701674331>
- Radwin, R. G., Azari, D. P., Lindstrom, M. J., Ulin, S. S., Armstrong, T. J., & Rempel, D. (2015). A frequency–duty cycle equation for the ACGIH hand activity level. *Ergonomics*, 58(2), 173–183. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.966154>
- Rodgers, S. H. (2004). Muscle fatigue assessment: functional job analysis technique. In *Handbook of human factors and ergonomics methods* (pp. 130–141). CRC Press.
- Schaub, K., Caragnano, G., Britzke, B., & Bruder, R. (2013). The European Assembly Worksheet. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 14(6), 616–639. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2012.678283>
- Sommerich, C. M., McGlothun, J. D., & Marras, W. S. (1993). Occupational risk factors associated with soft tissue disorders of the shoulder: A review of recent investigations in the literature. *Ergonomics*, 36(6), 697–717. <https://doi.org/10.1080/00140139308967931>
- Terviseamet. (2020). *Kutsehaigestumine ja tööst põhjustatud haigestumine 2019. aastal*. <https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/2019.pdf>
- Tööinspektsioon. (2021). *Kutsehaigused ja tööst põhjustatud haigestumised*. <https://www.ti.ee/et/statistika/kutsehaigused-ja-toost-pohjustatud-haigestumised>
- Viester, L., Verhagen, E. A., Hengel, K. M. O., Koppes, L. L., Van Der Beek, A. J., & Bongers, P. M. (2013). The relation between body mass index and musculoskeletal symptoms in the working population. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-238>
- Westgaard, R. H., & Winkel, J. (2011). Occupational musculoskeletal and mental health: Significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems - A systematic review. *Applied Ergonomics*, 42(2), 261–296. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.07.002>
- Womack, S. K., Armstrong, T. J., & Liker, J. K. (2009). Lean job design and musculoskeletal disorder risk: A two plant comparison. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, 19(4), 279–293. <https://doi.org/10.1002/hfm.20159>

LISAD

Lisa 1. ART hindamismeetodi hindamismudel.

Flow chart



Lisa 2. OCRA Checklist hindamise tööleht.

OCRA CHECKLIST:
short procedure for the identification of upper limb overload in repetitive tasks

by Daniela Colombini, Enrico Occhipinti, Marco Cerbai - Unità di Ricerca EPM Milano

Company:

Line/workplace/branch:

Dept:

N. Workers: in

Chief task description:

PRESENCE OF A REPETITIVE TASK = task characterized by repeated work cycles or task during which the same working actions are repeated for more than 50% of the time. The definition is not synonymous of presence of risk.

YES ☐ NO ☐

a. SYNTHESIS OF NET DAILY DURATION OF REPETITIVE TASKS

OVERALL SHIFT DURATION (min): EFFECTIVE SHIFT DURATION (min):

DURATION OF NON REPETITIVE TASKS (eg: cleaning, supplies, etc) in minutes:

No. OF EFFECTIVE BREAKS (RECOVERY PERIODS) DURING THE SHIFT, BREAK DURATION ALMOST 8 MINUTES (EXCEPT LUNCH BREAK):

OVERALL DURATION OF ALL EFFECTIVE BREAKS (EXCLUDING LUNCH BREAK) IN MINUTES:

EFFECTIVE DURATION OF LUNCH BREAK IF INCLUDED IN SHIFT DURATION (MIN):

No. OF OTHER BREAKS (i.e. LUNCH BREAK OUT OF WORKING TIME, TRAVEL TIME FROM DIFFERENT COMPANY LOCATIONS). SIGN NUMBER ONLY WHEN THESE BREAK LAST ALMOST 30 MINUTES:

REPETITIVE TASK DESCRIPTION

There are identified cycles: Report the number of units per worker per shift:

There are identified cycles: Report the OBSERVED cycle time (in seconds):

There are not identified cycles but the same actions are repeated all the time: report the time (seconds) of your representative observation:

There are recovery times inside the cycle (cross if yes):

NET DURATION OF REPETITIVE TASK IN THE SHIFT (in minutes):

NET CYCLE TIME DURATION (COMPUTED) (seconds): minutes in the shift not justified:

% of difference between observed and computed cycle time (accepted limit 5%):

b. BRIEF DESCRIPTION OF THE SHIFT AND OF BREAKS COLLOCATION

c. EVALUATION OF MAIN RISK FACTORS (consider the arm more involved or both arms if the task is symmetrical)

Examine Side: ☐ Right ☐ Left ☐ Bilateral

FREQUENCY: dynamic actions

Report the number of observed technical action (right and left separately):

Reactions	Frequency
right	#DIV/0!
left	#DIV/0!

If technical actions are very quick and difficult to be counted (> 70action/min), sign a "X" in the box without counting the actions:

Reactions	Frequency
right	
left	

SHORT INTERRUPTIONS ARE POSSIBLE (IT IS POSSIBLE TO MODULATE THE PACE):

NO	YES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FREQUENCY: STATIC ACTIONS

an object is held for at least 5 consecutive sec., incurring one or more static actions for 2/3 of the cycle (or observation) time:

NO	YES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

an object is held for at least 5 consecutive sec., incurring one or more static actions for 3/3 of the cycle (or observation) time:

NO	YES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANYWARD POSTURES AND MOVEMENTS OF UPPER LIMB - RIGHT

SHOULDER	ELBOW	WRIST	HAND
ARM ELEVATION AT SHOULDER LEVEL	FLX-EXTENSION AND HYPERD SUPINATION	FLX-EXTENSION AND LATERAL DEVIATIONS	ANYWARD PINED GRIP (PINCH, PALMAR, HOOK)
LESS THAN 1/3 OF TIME (i.e. 1/3 = less than 25% of the time; for shoulder sign + to 10% and 24%)	ABOUT 1/3 OF TIME (1/3 = 25% - 40% of the time)	ABOUT HALF OF THE TIME (40% - 50% of the time)	ABOUT 2/3 OF TIME 2/3 (50% - 65% of the time)
pinch or palmar or hook grip (not power grip)			
arm more or less at shoulder height			
extreme wrist deviations			
complete object rotation (prono supination) or wide arm-forearm (elbow) flexion-extension			
duration of cycle (cycle time): <input type="text"/> < 15 sec		0 - 15 sec	equal or less than 5 sec
repeat always the same actions/gestures		about 2/3 of time (more than 50%)	almost all the time

NOTES:

RIGHT

0 ☐

1 ☐

0 ☐

0 ☐

0 ☐

0 ☐

1 ☐

SCORE POSTURE R:

Lisa 2 järg

[illegible]

Lisa 3. Ankeetküsimustik

Ankeetküsitlus

Lugupeetud koostetöö operaator

Teadusuuringud on näidanud, et peamised ülekoormushaigusi põhjustavad tegurid on üht tüüpi liigutuste kordumine, jõu kasutus, ebamugavust põhjustavad sundasendid ja vähesed puhkepausid. Koostetöö operaatoritel on kõik need ohutegurid suuremal või vähemal määral esindatud. Luu- ja lihaskonna ülekoormushaigusi on võimalik ennetada, kui muuta tööoperatsioonid töötaja jaoks ergonoomilisemaks.

Selleks, et tööoperatsioone ergonoomilisemaks muuta, tuleb neid esmalt hinnata. Hindamiseks on olemas mitmeid tõendus põhiseid meetodeid, kuid need erinevad detailsuse ja ajakulu poolest. Uuringu käigus kogutakse meetodite võrdlemiseks vajalik sisend ja uuringu eesmärk on leida ajasäästlik ja koostetööde hindamiseks sobiv hindamisvahend, mille abil järjestada koostetööde ergonoomikaliste sekkumiste vajadus ja luua sekkumiste kava. Kava võimaldab teha eelisjärjekorras muudatusi koosteoperatsioonides, millel on kõige suurem mõju koosteoperaatorite tervisele ning sellest tulenevalt vähendada riski ülekoormushaiguste tekkeks. Uuringusse kaasamise kriteeriumiks on tööstaaž ettevõttes vähemalt 1 aasta.

Ankeetküsitlus. Ankeedis kogutakse andmed Teie vanuse, kehamassi, pikkuse, suitsetamise, töörežiimi, tööstaaži, käelisuse, soo, koosteoperatsioonide osakaalu kohta viimase aasta jooksul ja palutakse uuritava käest uuringu teiseks etapiks sisendit, millised on uuritava hinnangul kõige raskemad koostetooted ning millised on kõige lihtsamini koostatavad tooted. Lisaks palume täita Cornelli luu- ja lihaskonna vaevuste küsimustiku, et kaardistada koostetöö operaatorite luu- ja lihaskonna vaevuste ulatus. Kui teil esineb vaevusi ka kätes, siis palume lisaks täita Cornelli käte vaevuste küsimustiku, et kaardistada, millised käe osad teevad koostetöö operaatoritele kõige rohkem muret.

Uuringus osalemine, tulemused ja andmete haldamine

Uuringu läbiviimine on kooskõlastatud Teie ettevõtte juhiga. Uuringus osalemine on rangelt vabatahtlik. Teil on õigus igal ajal uuringus osalemisest loobuda. Uuringus osalemine, osalemisest keeldumise või osalemise katkestamine ei too Teile kaasa mingeid kohustusi.

Kogutud andmete töötlemise eest vastutab Triin Terasmaa. Andmed töödeldakse anonüümselt. Andmeid säilitatakse EMÜ arvutivõrgus ainult M.Reinvee tarbeks eraldatud kõvakettaruumil ja kustutatakse hiljemalt oktoobris 2021. Osalejal on õigus küsida igat laadi

Lisa 3 järg

informatsiooni uuringu käigu kohta. Siia ei kuulu teisi osalejaid puudutavad isikustatud andmed ja nende tulemusi puudutavad küsimused. Tulemused on plaanis avaldada Triin Terasmaa magistritöös, ühtegi nime (ei Teie ega ettevõtte nime) selles ei mainita. Magistritöö juhendajaks on Eesti Maaülikooli tehnikainstituudi spetsialist Märt Reinvee.

Uuringu läbiviimiseks on saadud kooskõlastus Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteelt.

Uuringu käigus tekkivate küsimuste kohta annab täiendavat informatsiooni:

Triin Terasmaa

Eesti Maaülikooli tehnikainstituudi tudeng

e-post: triin.terasmaa@student.emu.ee, telefon: 5525191

Ankeedi täitmisel uuritav kinnitab, et teda on informeeritud ülalmainitud uuringust, on teadlik läbiviidava uurimustöö eesmärgist ning on nõus vabatahtlikult osalema.

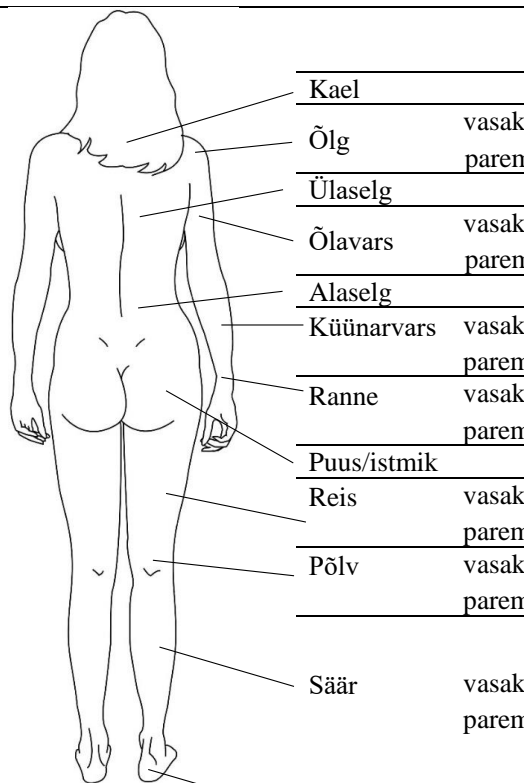
Ankeetküsimustik

1. Vanus:_____ a.
2. Staaž:_____ a.
3. Pikkus:_____ cm
4. Kaal:_____ kg
5. Sugu: M / N
6. Käelisus: parem / vasak
7. Kas suitsetate: jah / ei
8. Mitu **vähemalt** 10 min pikkust puhkepausi Te tööpäevas teete _____
9. Kas teile on tehtud operatsioone või muid invasiivseid protseduure luu- ja lihaskonna vaevuste leevendamiseks või kas töötervishoiuarst on Teile määranud luu- ja lihaskonnavaevustega seoses tööks piiranguid ? jah / ei

Lisa 3 järg

10. Palun määratlege oma tööoperatsioonide osakaal **viimase aasta jooksul** (valige kõige sobivam):
- a. Ainult koostetoodete koostamine
 - b. Peamiselt koostetoodete koostamine, vähesel määral toodete kontroll ja pakkimine
 - c. Võrdselt koostetoodete koostamine kui ka toodete kontroll ja pakkimine survealus/koostes
 - d. Peamiselt toodete kontroll ja pakkimine survealus, vähesel määral toodete koostamine
 - e. Ainult toodete kontroll ja pakkimine survealus/koostes
11. Palume kirja panna **5 toote numbrit**, mis Teie hinnangul on koosteoperatsiooni osas **kõige raskemad**:
12. Palume kirja panna **5 toote numbrit**, mis Teie hinnangul on koosteoperatsiooni osas **kõige kergemad**:

Lisa 3 järg (Cornelli luu- ja lihaskonna vaevuste küsimustik)

Joonisel on toodud kehapiirkondade ligikaudsed asukohad. Vastamiseks tee märke vastavasse kasti.			Kui tihti kogesite eelmisel töönädalal ebamugavust, vaevusi või valu joonisel märgitud kehapiirkondades					Kui kogesite ebamugavust, vaevusi või valu, siis kui suur oli kogetud ebamugavus? (Vasta ainult siis kui vaevusi esines)			Kui kogesite ebamugavust, vaevusi või valu , siis kas see segas töötamist? (Vasta ainult siis kui vaevusi esines)		
			üldse mitte	1-2x nädalas	2-3x päevas	korra päevas	mitu korda päevas	vähene	mõõdukas	suur	üldse mitte	vähesel määral	olulisel määral
	Kael		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Õlg	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ülaselg		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Õlavars	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Alaselg		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Küünarvars	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ranne	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Puus/istmik		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Reis	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pölv	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Säär	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Jala laba	vasak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	parem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Lisa 3 järg (Cornelli käte vaevuste küsimustik)

Piirkond (toonitud ala)	Kui tihti kogesite eelmisel töönädalal ebamugavust, vaevusi või valu joonisel märgitud kehapiirkondades					Kui kogesite ebamugavust, vaevusi või valu, siis kui suur oli kogetud ebamugavus? (<i>Vasta ainult siis kui vaevusi esines</i>)			Millisel määral segas kogetud ebamugavus või valu töötamist? (<i>Vasta ainult siis kui vaevusi esines</i>)		
A 	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	1-2x nädalas <input type="checkbox"/>	3-4x nädalas <input type="checkbox"/>	Korra päevas <input type="checkbox"/>	Mitu korda päevas <input type="checkbox"/>	Veidi ebamugav <input type="checkbox"/>	Keskmiselt ebamugav <input type="checkbox"/>	Väga ebamugav <input type="checkbox"/>	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	Vähesel määral <input type="checkbox"/>	Olulisel määral <input type="checkbox"/>
B 	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	1-2x nädalas <input type="checkbox"/>	3-4x nädalas <input type="checkbox"/>	Korra päevas <input type="checkbox"/>	Mitu korda päevas <input type="checkbox"/>	Veidi ebamugav <input type="checkbox"/>	Keskmiselt ebamugav <input type="checkbox"/>	Väga ebamugav <input type="checkbox"/>	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	Vähesel määral <input type="checkbox"/>	Olulisel määral <input type="checkbox"/>
C 	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	1-2x nädalas <input type="checkbox"/>	3-4x nädalas <input type="checkbox"/>	Korra päevas <input type="checkbox"/>	Mitu korda päevas <input type="checkbox"/>	Veidi ebamugav <input type="checkbox"/>	Keskmiselt ebamugav <input type="checkbox"/>	Väga ebamugav <input type="checkbox"/>	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	Vähesel määral <input type="checkbox"/>	Olulisel määral <input type="checkbox"/>
D 	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	1-2x nädalas <input type="checkbox"/>	3-4x nädalas <input type="checkbox"/>	Korra päevas <input type="checkbox"/>	Mitu korda päevas <input type="checkbox"/>	Veidi ebamugav <input type="checkbox"/>	Keskmiselt ebamugav <input type="checkbox"/>	Väga ebamugav <input type="checkbox"/>	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	Vähesel määral <input type="checkbox"/>	Olulisel määral <input type="checkbox"/>
E 	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	1-2x nädalas <input type="checkbox"/>	3-4x nädalas <input type="checkbox"/>	Korra päevas <input type="checkbox"/>	Mitu korda päevas <input type="checkbox"/>	Veidi ebamugav <input type="checkbox"/>	Keskmiselt ebamugav <input type="checkbox"/>	Väga ebamugav <input type="checkbox"/>	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	Vähesel määral <input type="checkbox"/>	Olulisel määral <input type="checkbox"/>
F 	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	1-2x nädalas <input type="checkbox"/>	3-4x nädalas <input type="checkbox"/>	Korra päevas <input type="checkbox"/>	Mitu korda päevas <input type="checkbox"/>	Veidi ebamugav <input type="checkbox"/>	Keskmiselt ebamugav <input type="checkbox"/>	Väga ebamugav <input type="checkbox"/>	Üldse mitte <input type="checkbox"/>	Vähesel määral <input type="checkbox"/>	Olulisel määral <input type="checkbox"/>

Lisa 4. Uuritava informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm

Uuritava informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm

Lugupeetud koostetöö operaator

Teadusuuringud on näidanud, et peamised ülekoormushaigusi põhjustavad tegurid on üht tüüpi liigutuste kordumine, jõu kasutus, ebamugavust põhjustavad sundasendid ja vähesed puhkepausid. Koostetöö operaatoritel on kõik need ohutegurid suuremal või vähemal määral esindatud. Luu- ja lihaskonna ülekoormushaigusi on võimalik ennetada, kui muuta tööoperatsioonid töötaja jaoks ergonoomilisemaks.

Selleks, et tööoperatsioone ergonoomilisemaks muuta, tuleb neid esmalt hinnata. Hindamiseks on olemas mitmeid tõendus põhiseid meetodeid, kuid need erinevad detailsuse ja ajakulu poolest. Uuringu käigus kogutakse meetodite võrdlemiseks vajalik sisend ja uuringu eesmärk on leida ajasäästlik ja koostetööde hindamiseks sobiv hindamisvahend, mille abil järjestada koostetööde ergonoomikaliste sekkumiste vajadus ja luua sekkumiste kava. Kava võimaldab teha eelisjärjekorras muudatusi koosteoperatsioonides, millel on kõige suurem mõju koosteoperaatorite tervisele ning sellest tulenevalt vähendada riski ülekoormushaiguste tekkeks. Uuringusse kaasamise kriteeriumiks on tööstaaž ettevõttes vähemalt 1 aasta.

Uuringu käik

Eelneva ankeetküsimustiku põhjal on välja selekteeritud 5-10 kõige raskemat ja kõige lihtsamat suure aktiivsusega koostetoodet. Valitud toodete koostamise protsessi filmitakse kolm kuni viis töötükli, mille jaoks palume Teie nõusolekut.

Iga valitud toote kohta küsitakse Teie käest koostamisel rakendatud jõu suuruse hinnangut. Hinnang antakse standardiseeritud subjektiivse hindamise skaalal Borg CR 10. Isikuandmeid ei küsita.

Uuringus osalemine, tulemused ja andmete haldamine

Uuringu läbiviimine on kooskõlastatud Teie ettevõtte juhiga. Uuringus osalemine on rangelt vabatahtlik. Teil on õigus igal ajal uuringus osalemisest loobuda. Uuringus osalemine, osalemisest keeldumise või osalemise katkestamine ei too Teile kaasa mingeid kohustusi.

Kogutud andmete töötlemise eest vastutab Triin Terasmaa. Videosalvestiste andmete töötlemisel teatavaks saanud isikute andmeid ei kajastata koostetööde hindamisel ega hilisemal analüüsil. Videosalvestisi hoitakse EMÜ arvutivõrgus ainult uurija Märt Reinvee tarbeks eraldatud kõvakettaruumil ja neid kasutatakse ainult ergonoomikaliste hindamiste läbiviimisel uurijate poolt. Videosalvestisi ei avalikustata ega jagata kolmandate osapooltega.

Lisa 4 järg

Videosalvestised kustutatakse hiljemalt oktoobris 2021. Osalejal on õigus küsida igat laadi informatsiooni uuringu käigu kohta. Siia ei kuulu teisi osalejaid puudutavad isikustatud andmed ja nende tulemusi puudutavad küsimused. Tulemused on plaanis avaldada Triin Terasmaa magistritöös, ühtegi nime (ei Teie ega ettevõtte nime) selles ei mainita. Magistritöö juhendajaks on Eesti Maaülikooli Tehnikainstituudi spetsialist Märt Reinvee.

Uuringu läbiviimiseks on saadud kooskõlastus Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteelt.

Nõusolek

1. Käesolevaga olen mina, allakirjutanu, nõus vabatahtlikult osalema ülalkirjeldatud uuringus.
2. Saan aru, et mul on õigus loobuda uuringust või oma andmete kasutusse andmisest uuringu ajal või kohe peale uuringut.
3. Annan nõusoleku kasutada minust tehtud videosalvestisi vastavalt ülal näidatud eesmärkidele ja korra kohaselt.

Mind, _____, on informeeritud ülalmainitud uuringust ja ma olen teadlik läbiviidava uurimistöö eesmärgist ja uuringu metoodikast. Kinnitan oma nõusolekut uuringus osalemiseks allkirjaga.

Tean, et uuringu käigus tekkivate küsimuste kohta annab mulle täiendavat informatsiooni:

Triin Terasmaa

Eesti Maaülikooli tehnikainstituudi tudeng

e-post: triin.terasmaa@student.emu.ee, telefon: 5525191

Uuritava allkiri _____

Kuupäev, kuu, aasta _____

Uuritavale informatsiooni andnud isiku nimi _____

Uuritavale informatsiooni andnud isiku allkiri _____

Kuupäev, kuu, aasta _____

Lisa 5. Uuritava hinnang jõupingutusele toote koostamisel.

Hinnang jõupingutusele toote koostamisel

Täidab uurimistöö läbiviija:

Toode:

Täidab vaatlusalune:

Palun hinnake Borg CR10 skaalal, kui suur oli ülal mainitud toote koostamisel suurim rakendatud jõupingutus. Lähtuge esmalt skaala sõnalistest väärtustest ja seejärel tähistage pallide väärtust ringiga.

Borg CR10 skaala:

Pallid	Ankur	
0	Mitte midagi	
0,5	Väga väga nõrk	(vaevumärgatav)
1	Väga nõrk	
2	Nõrk	(kerge)
3	Mõõdukas	
4	Üsna tugev	
5	Tugev	
6		
7	Väga tugev	(raske)
8		
9		
10	Väga väga tugev	(peaaegu maksimaalne)
●	Suurim võimalik	

Lisa 6. Revised Strain Indeksi hindamisvaade.



Revised Strain Index

Date:	Task:
Company:	Supervisor:
Dept:	Evaluator:

Risk Factor	Observation	Left	Left Score	Right	Right Score
Intensity of Exertion (Borg Scale - BS)	Light: Barely noticeable or relaxed effort (BS: 0-2)				
	Somewhat Hard: Noticeable or definite effort (BS: 3)				
	Hard: Obvious effort; Unchanged facial expression (BS: 4-5)				
	Very Hard: Substantial effort; Changes expression (BS: 6-7)				
	Near Maximal: Uses shoulder or trunk for force (BS: 8-10)				
Efforts Per Minute	Total Number of Exertions Observed	Left	Right		
	Total Observation Time (sec.)				
Duration Per Exertion	Average Single Exertion Time (sec.)	% Duration of Exertion ≤ 100% ?			
		Left	Right		
Hand/Wrist Posture	Left	Right			
	<input type="radio"/> Flexion (degrees) <input type="radio"/> Extension (degrees)	<input type="radio"/> Flexion (degrees) <input type="radio"/> Extension (degrees)			
Duration of Task Per Day	Duration of task per day (hours)				
Results Key	SI ≤ 10	Job is probably safe			
	SI > 10	Job is probably hazardous			

Notes/ Comments	WARNING CENTER
	Reference Pictures

Reference: Arun Garg, J. Steven Moore & Jay M. Kapellusch (2016): The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model, *Ergonomics*, DOI: 10.1080/00140139.2016.1237678

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Triin Terasmaa, sünniaeg 12.07.1983

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö „Koostetööde ergonoomikalise hindamise meetodite võrdlus“ mille juhendaja on spetsialist Märt Reinvee, PhD
 - 1.1.salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
 - 1.2.digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
 - 1.3.veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor Triin Terasmaa

/digitaalselt allkirjastatud/

Tartu, 31.05.2021

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Märt Reinvee, PhD

/digitaalselt allkirjastatud/

31.05.2021